



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 08 913.6

Anmeldetag: 28. Februar 2003

Anmelder/Inhaber: AIS Advanced InfoData Systems GmbH
Ulm/DE

Bezeichnung: Flugsicherungssystem und hierzu verwendete
Repräsentation der Erdoberfläche

IPC: B 64 D, G 05 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Agurks

Pfennig, Meinig & Partner GbR

Patentanwälte
European Patent Attorneys
European Trademark Attorneys
Dipl.-Ing. J. Pfennig (-1994)
Dipl.-Phys. K. H. Meinig (-1995)
Dr.-Ing. A. Butenschön, München
Dipl.-Ing. J. Bergmann*, Berlin
Dipl.-Chem. Dr. H. Reitzle, München
Dipl.-Ing. U. Grambow, Dresden
Dipl.-Phys. Dr. H. Gleiter, München
Dr.-Ing. S. Golkowsky, Berlin
*auch Rechtsanwalt

80336 München, Mozartstraße 17

Telefon: 089/530 93 36

Telefax: 089/53 22 29

e-mail: muc@pmp-patent.de

10719 Berlin, Joachimstaler Str. 10-12

Telefon: 030/88 44 810

Telefax: 030/881 36 89

e-mail: bln@pmp-patent.de

01217 Dresden, Gostritzer Str. 61-63

Telefon: 03 51/87 18 160

Telefax: 03 51/87 18 162

e-mail: dd@pmp-patent.de

München,
28. Februar 2003
AIS (OZ)

AIS Advanced InfoData Systems GmbH
Söflinger Strasse 100
89077 Ulm
DE

Flugsicherungssystem und hierzu verwendete
Repräsentation der Erdoberfläche

Flugsicherungssystem und hierzu verwendete Repräsen-
tation der Erdoberfläche

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Repräsentati-
on der Erdoberfläche. Derartige Darstellungen der
Erdoberfläche werden insbesondere für Flugsicherungs-
systeme und Flugsicherungsverfahren benötigt, um Pi-
loten und Flugzeugen die erforderlichen Informationen
und Geländedaten der zu überfliegenden Geländeberei-
che zur Verfügung zu stellen.

Für einen großen Teil der Erdoberfläche liegen be-
reits Datenquellen vor, die öffentlich zugänglich
sind oder käuflich erworben werden können. Diese ent-
halten Höhendaten in unterschiedlichen Flächenraste-
rungen und mit unterschiedlichen vertikalen und hori-
zontalen Genauigkeiten. Diese Datenquellen sind oft-
mals mit einer Genauigkeitsaussage versehen, die je-
doch global für die gesamte Datenquelle gilt. Eine
Aussage über die Genauigkeit der einzelnen Datenpunk-

te ist nicht möglich. Dies ist jedoch teilweise erforderlich, da durchschnittliche Genauigkeiten für bestimmte Geländetopographien keine große Aussagekraft besitzen. Beispielsweise ist es im Bereich eines Gebirges entscheidend, daß nicht nur durchschnittliche Höhendaten zur Verfügung stehen, sondern tatsächlich die Gipfel der einzelnen Berge genau erfaßt sind. Nur auf diese Art und Weise können Flugzeuge sicher über ein Gebirge geleitet werden. Unter Verwendung von durchschnittlichen Höhenangaben oder bei zu großer horizontaler Auflösung der Höhendaten könnte sonst der Fall eintreten, daß ein Gipfel nicht aufgelöst ist und dieser nicht dem Flugzeug übermittelt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Repräsentation der Erdoberfläche bzw. von Bereichen hiervon zur Verfügung zu stellen, die die für die Luftfahrt erforderliche hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit gewährleistet. Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung einer derartigen Datenbank zur Repräsentation eines Bereichs der Erdoberfläche unter Verwendung von anderweitig zugänglichen Datenbanken über Topographiedaten zur Verfügung zu stellen, sowie Anwendungen für Flugsicherungsverfahren und in Flugsicherungssystemen.

Diese Aufgabe wird durch die Repräsentation nach Anspruch 1, das Herstellungsverfahren nach Anspruch 35, das Flugsicherungsverfahren nach Anspruch 55 und die Vorrichtung nach Anspruch 56 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen werden in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen gegeben.

Neuartig und entscheidend an der vorliegenden erfindungsgemäßen Repräsentation ist es, daß der darzustellende Bereich der Erdoberfläche in Abschnitte (Zellen) unterteilt wird und für jeden dieser Abschnitte zwei Datenwerte erzeugt werden, wobei das erste Datum eine Höhenangabe und das zweite Datum ein Maß für die Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit der Höhenangabe enthält. Damit ist für jeden einzelnen Datenwert ein individuelles Maß der Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit dieses einen Höhenwertes angegeben. Die Genauigkeit bzw. Zuverlässigkeit der Höhendaten können daher sehr detailliert angegeben werden.

Als Höhenangaben können vorteilhafterweise wahlweise maximale Höhen oder auch durchschnittliche Höhen verwendet werden. Weiterhin ist es möglich durch Addition oder Subtraktion eines festen Wertes (Offset) in die Höhenangaben eine Information über die Art des Geländes, beispielsweise Süßwasser, Meer, Festland und dergleichen einzubringen.

Vorteilhafterweise wird die darzustellende Erdoberfläche in einzelne Abschnitte eingeteilt, deren Begrenzungen vorteilhafterweise parallel zu Längen- und Breitengraden verlaufen. Für jeden derartigen Abschnitt wird eine Höhenangabe und ein Zuverlässigkeitswert generiert. Die Werte für die einzelnen Abschnitte werden segmentweise zusammengefaßt und so mehrere Abschnitte gemeinsam in einer Datei gespeichert. Dabei werden vorteilhafterweise für die Höhenangaben und die Zuverlässigkeitsangaben getrennte Dateien verwendet. Vorteilhafterweise werden weitere Informationsdateien angelegt, in denen aufgezeichnet ist, ob für ein bestimmtes Segment Höhendaten vorliegen, in dem jeweiligen Segment ausschließlich Angaben

über eine Meeresoberfläche vorliegen oder für das jeweilige Segment keine Segmentdatei vorhanden ist, da keine Höhendaten verfügbar sind. In diesem Falle kann bereits dieser Informationsdatei angesehen werden, ob relevante Daten vorliegen bzw. verfügbar sind.

Zur Erzeugung der erfindungsgemäßen Repräsentation werden Dateien verwendet, die üblicherweise zugänglich sind bzw. käuflich erworben werden können. Derartige Dateien liegen ausreichend für die meisten Bereiche der Erdoberfläche vor und enthalten mehr oder weniger gesicherte und zuverlässige Höhenangaben mit unterschiedlichsten Auflösungen. Für die einzelnen Dateien existieren oftmals auch globale Angaben über die Zuverlässigkeit der darin enthaltenen Höhenangaben. Diese Zuverlässigkeitsaussagen sind für einzelnen Dateien jeweils global, d. h. einheitlich für sämtliche darin enthaltenen Höhendaten.

Mit der vorliegenden Erfindung ist es nunmehr erstmals gelungen, diese unterschiedlichen Datenquellen auszuwerten und zusammenzuführen und in ein Format zu überführen, das den hohen Sicherheitsstandards der zivilen Luftfahrt genügt. Hierzu können für jede einzelne Datenquelle, deren Material abschließend in die zu erzeugende Repräsentation eingeht, ein oder mehrere der folgenden Schritte durchgeführt werden:

Die Daten der Datenquelle werden in ein bestimmtes einheitliches Datenformat umgewandelt und es wird für jedes einzelne Höhendatum ein zweiter Wert erzeugt, der die Abweichung des Höhendatums von der tatsächlichen Höhe oder einen Fehlerwert bezüglich des Höhendatums repräsentiert. Durch diesen Importierungsschritt werden die Datenquellen zum einen vereinheitlicht und zum anderen wird jeder einzelne Höhenwert

mit seinem eigenen Fehlerkriterium versehen. In einem weiteren Schritt werden dann diese Daten auf einen gemeinsamen Standard bezüglich der horizontalen und/oder der vertikalen Auflösung gebracht. Die so überarbeiteten Daten werden dann auf eine vorbestimmte horizontale Auflösung weiter umgewandelt. Diese vorbestimmte horizontale Auflösung kann unterschiedlich gewählt werden, je nach den Anforderungen an die jeweilige Repräsentation des Datenbereiches. Diese kann auch unterschiedlich sein innerhalb einer einzelnen Repräsentation, beispielsweise ist es möglich die Höhendaten üblicherweise mit einer Auflösung von 30 Winkelsekunden bezüglich der Länge und Breite anzugeben, jedoch im Bereich von Flughäfen die Auflösung auf 15 Winkelsekunden oder weniger zu erhöhen.

Nunmehr werden diese Höhendaten auf ihre Glaubwürdigkeit überprüft. Hier fließen zum einen die zweiten Werte bezüglich der Abweichungen bzw. der Fehlerwerte der Höhenangaben und zum anderen Informationen über die einzelnen Datenquellen ein. Die zweiten Daten werden gegebenenfalls verändert.

Sofern die Repräsentation nicht durchschnittliche Höhenwerte sondern maximale Höhenwerte enthalten soll, wie es oftmals auch gerade im Bereich der Luftfahrt aus Sicherheitsgründen empfehlenswert ist, kann für die einzelnen Werte eine maximale Höhe ermittelt werden.

Im Anschluß an diese Überarbeitung der Höhenwerte, die für jede einzelne Datenquelle separat erfolgt, werden die Höhendaten der einzelnen Datenquellen insgesamt zusammengeführt und aus diesen für jeden Abschnitt ein Höhendatum und ein zweites Datum bezüglich der Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit des Hö-

henwertes erzeugt.

Abschließend werden diese so erzeugten Daten gegebenenfalls in ein vorbestimmtes Datenformat umgewandelt, das von den entsprechenden Systemen in Flugzeugen gelesen werden kann.

Vorteilhafterweise werden sämtliche Zwischenschritte in sogenannten Logdateien aufgezeichnet. Auch der durchgeführte Gesamtprozeß kann vorteilhafterweise in einer Prozeßsteuerdatei aufgezeichnet werden. Dies ermöglicht es, jeden einzelnen Schritt der Erzeugung der Repräsentation der Erde vorzuschreiben bzw. vorzuplanen und nachzuvollziehen und damit eine äußerst hohe Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit zu gewährleisten. Dies ist insbesondere im Bereich der Luftfahrt erforderlich, um eine Zulassung der erfindungsgemäßen Repräsentation bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Verwendung in der zivilen oder militärischen Luftfahrt zu erhalten.

Im folgenden soll das erfindungsgemäße Verfahren nun an einem konkreten Beispiel näher erläutert werden.

Es zeigen

Fig. 1 das WGS-84 Elipsoid;

Fig. 2 die Ausrichtung einzelner Abschnitte (Zellen);

Fig. 3 eine Übersicht über das erfindungsgemäße Verfahren;

Fig. 4 eine weitere detaillierte Übersicht über das erfindungsgemäße Verfahren;

- 5
- Fig. 5 den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 6 einen Überblick über die einzelnen Verfahrensschritte;
- 10
- Fig. 7 eine Prozeßbeschreibungsdatei;
- Fig. 8 eine Logdatei der Prozeßsteuerung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 15
- Fig. 9 eine Logdatei des Umwandlungsschrittes;
- Fig. 10 in den Teilbildern 10A und 10B die Ermittlung eines Höhenwertes aus den Daten einer Datenquelle mit höherer Auflösung;
- 20
- Fig. 11 einen Programmauszug des Anpassungsschrittes s3;
- Fig. 12 die Ermittlung benachbarter Höhenwerte zur Überprüfung der Glaubwürdigkeit der Daten einer Datenquelle;
- 25
- Fig. 13 einen Programmauszug aus dem Überprüfungsschritt;
- 30
- Fig. 14 die Bestimmung eines maximalen Höhenwertes;
- Fig. 15 einen Programmauszug aus dem Schritt zur Ermittlung eines maximalen Höhenwertes;
- 35
- Fig. 16A die Funktionalität des Zusammenführungsschritts;

Fig. 16B

und 16C die Logiktabellen zur Ermittlung eines Höhenwertes aus verschiedenen Datenquellen mit keinen Daten (NO DATA, ND), Geländedaten (Terrain Data, T) und generell Wasser (Water, W), Meeresoberflächen (Seawater SW) und Gewässeroberfläche (Body Water BW);

Fig. 17 ein Programmauszug aus dem Zusammenfügschritt;

Fig. 18 einen Programmauszug aus dem Exportschritt;

Fig. 19 die Verzeichnisstruktur einer erfindungsgemäßen Repräsentation auf dem Produktionssystem;

Fig. 20 die Verzeichnis- und Dateistruktur einer erfindungsgemäßen Repräsentation auf dem Datenträger;

Fig. 21 die Dateistruktur der Höhen, Zuverlässigkeit und Varianzdaten der Abschnitte eines Segmentes;

Fig. 22 die Struktur einer Datendatei;

Fig. 23 die Struktur einer Informationsdatei;

Fig. 24 den Vorsatzbereich einer Segmentdatei;

Fig. 25 den Vorsatzbereich sowie den Datenbereich einer Höhendatendatei;

Fig. 26 den Vorsatzbereich, den Definitionsbereich, den Kennzeichenbereich einer Qualitätsda-

tei;

Fig. 27 in den Teilfiguren A bis AM eine Erläuterung der einzelnen Elemente aus den Figuren 25 und 26.

Das folgende Beispiel stellt ein gitterbasiertes digitales Höhenmodell dar, das die gesamte Welt mit einer 30"-Auflösung bzw. in ausgewählten Bereichen mit einer 15"-Auflösung darstellt. Jede Gitterzelle (Abschnitt) stellt einen nahezu rechteckigen Bereich der Erdoberfläche von 30 Winkelsekunden mal 30 Winkelsekunden bzw. 15 Winkelsekunden mal 15 Winkelsekunden dar und enthält spezifische Daten über diesen Abschnitt. In diesen Daten sind enthalten:

Maximale Höhe (ELV), die die maximale Höhe innerhalb des jeweiligen Abschnitts der Erdoberfläche darstellt und

einen Qualitätswert (QTY) der Informationen über die vertikale und horizontale Genauigkeit des Höhendatums im jeweiligen Abschnitt enthält.

In diesem Beispiel werden die Längen- und Breitengrad-Positionen geographisch auf das WGS-84-Elipsoid bezogen, das in Fig. 1 dargestellt ist. Die einzelnen Zellen werden in einem zellenzentrierten Format angegeben. Jeder Wert ist innerhalb der jeweiligen Zelle mittig angeordnet. Daher repräsentiert der Wert einen Bereich, der sich mit der halben Längenauflösung in östlicher und westlicher Richtung und mit der halben Breitenauflösung in nördlicher und südlicher Richtung ausgehend von seiner Position erstreckt. Dies ist in Fig. 2 dargestellt.

Die Höhendaten (ELV) werden mit Bezug auf die mittlere Meereshöhe (Mean Sea Level, MSL) angegeben.

5 Fig. 3 zeigt im Überblick das gesamte Herstellungsverfahren für die erfindungsgemäße Repräsentation der Erdoberfläche. Das große Viereck in der Mitte stellt die wesentlichen Herstellungsverfahren dar, die insgesamt sieben einzelne Verfahrensschritte umfassen. Diese einzelnen Verfahrensschritte werden weiter unten erläutert. Wie zu erkennen ist, werden Daten von einzelnen Datenträgern (z. B. Compact Discs oder 10 DVD), die beispielsweise Höhendaten mit einer Auflösung von 1-15 Winkelsekunden für Flughäfen oder von 30 Winkelsekunden für andere Bereiche der Erdoberfläche enthalten, eingelesen und anschließend verarbeitet. 15

In Fig. 4 ist ein Ausschnitt aus Fig. 3 dargestellt, wobei lediglich die zentralen sieben Herstellungsschritte dargestellt sind. Das Herstellungsverfahren kann dabei in insgesamt sieben Werkzeuge unterteilt werden: 20

- 25 1. Das Prozeßmanagement-Werkzeug führt die einzelnen Herstellungsschritte durch;
2. das Import-Werkzeug konvertiert die einzelnen Datenquellen in ein gemeinsames Format;
- 30 3. das Datenumwandlungs-Werkzeug konvertiert die Quelldaten in ein gemeinsames horizontales und vertikales Datum;
- 35 4. das Anpassungs-Werkzeug paßt die Auflösung der Daten an die gewünschte Zielauflösung an;

5. das Zuverlässigkeits-Werkzeug verändert gegebenenfalls die Zuverlässigkeitswerte für sämtliche Zellen (Abschnitte);
6. das Offset-Werkzeug berechnet einen künstlichen Versatz um Maximumsdaten zu simulieren;
7. das Zusammenführungs-Werkzeug führt einzelne vorverarbeitete Datenquellen zusammen und
8. das Export-Werkzeug exportiert und wandelt die erzeugte Datenbasis in ein Format um, das beispielsweise von einem Kunden, wie beispielsweise einer Luftfahrtgesellschaft oder einem Flugzeughersteller, gewünscht wird.

Der gesamte so im Überblick beschriebene Prozeß wird in einer Prozeßbeschreibungsdateri festgeschrieben und kann so individualisiert werden. Diese Prozeßbeschreibungsdateri ist eine XML-Dateri, die die zu verwendenden ursprünglichen Datenquellen, die durchzuführenden Verfahrensschritte und einige Parameter, wie beispielsweise die DEM-Auflösung, die Version der verwendeten Datenbasis etc. festlegt. Diese Prozeßbeschreibungsdateri wird später näher beschrieben. Sie dient als Eingabemedium für das Prozeßmanagement-Werkzeug, das die weiteren Werkzeuge bzw. Schritte entsprechend dem Inhalt der Prozeßbeschreibungsdateri durchführt. Prinzipiell wird dabei die folgende Reihenfolge der Schritte eingehalten, wobei jedoch die Reihenfolge gegebenenfalls auch variiert werden kann:

1. Import-Werkzeug

Dieses Werkzeug importiert die einzelnen Quelldaten in deren jeweiligen Datenformat und si-

chert diese in einem vorbestimmten Format. Dieser Schritt hängt von dem Format der Quelldaten ab, so daß für jede einzelne Datenquelle eine verschiedene Ausführung erfolgt. Die Umwandlung von Daten an sich kann nach herkömmlichen Verfahren erfolgen.

2. Datenumwandlung

In diesem Schritt werden die Daten auf das WGS-84-Elipsoid in horizontaler Richtung und in vertikaler Richtung auf mittlere Meereshöhe umgerechnet. Bei Quelldaten, die bereits in diesem System vorliegen, ist dieser Schritt selbstverständlich entbehrlich, ansonsten muß für jede Datenquelle diese Umrechnung individuell erfolgen.

3. Anpassung

Dieses Werkzeug wandelt sämtliche Daten auf eine gewünschte horizontale Auflösung um. Dies können beispielsweise 15 Winkelsekunden oder 30 Winkelsekunden sein. Auch dieser Schritt muß für jede Datenquelle individuell erfolgen bzw. kann auch entfallen.

4. Zuverlässigkeit

Dieses Werkzeug bestimmt die einzelnen Werte indem die Ähnlichkeit der Höhenangaben unter Bezug auf die benachbarten Werte ausgewertet werden. In Abhängigkeit von dieser Auswertung wird beispielsweise die Abweichung für unwahrscheinliche Werte erhöht. Auch dieser Schritt wird für jede einzelne Datenquelle individuell durchgeführt

oder kann auch entfallen.

5. Offset

5

In diesem Schritt werden die maximalen Höhenwerte durch Berechnung eines künstlichen Offset-Wertes ermittelt, die zu Durchschnittswerten hinzugezählt werden, sofern die Datenquellen Durchschnittswerte enthalten. Hierfür werden benachbarte Abschnitte berücksichtigt. Auch dieser Schritt wird für jede einzelne Datenquelle individuell durchgeführt.

10

6. Zusammenfügen

15

Dieses Werkzeug kombiniert die wie oben beschrieben verarbeiteten Daten, die von verschiedenen Quellen kommen, zu einer einzigen Datenbasis.

20

7. Export

25

Dieses Werkzeug exportiert die zusammengeführte Datenbasis in ein bestimmtes Datei- und Verzeichnisformat. Dieses kann beispielsweise von einem Kunden wie einer Fluggesellschaft oder einem Flugzeughersteller bestimmt werden. Eine derartige exportierte Datenbasis als Repräsentation der Erde wird weiter unten beschrieben werden.

30

35

Lediglich in den letzten beiden Schritten 6 und 7 werden sämtliche Daten gemeinsam verarbeitet, während in den Schritten 1 bis 5 jede einzelne Datenquelle für sich verarbeitet wird. Fig. 5 und 6 zeigen nochmals diese Schritte 1 bis 7 sowie das Prozeßmanage-

ment-Werkzeug mit den jeweiligen Ausgangsparametern (Input) und den jeweiligen erzeugten Dateien. Wie in Fig. 6 zu erkennen ist, wird für jedes einzelne Werkzeug festgelegt, daß eine sogenannte Logdatei angelegt wird, mit der der durchgeführte Schritt präzise nachvollzogen werden kann. Weiterhin werden die in jedem einzelnen Schritt erzeugten Daten in einer speziellen Datei gespeichert und diese Daten werden anschließend für den nächsten Schritt verwendet. Damit können sowohl die Ausgangsdatenwerte also auch die erzeugten Datenwerte für jeden einzelnen Schritt und jedes einzelne Werkzeug im Detail nachvollzogen werden.

Im folgenden soll nun unter Berücksichtigung der Fig. 7 bis 9 das Prozeßmanagement-Werkzeug näher erläutert werden. Dieses Werkzeug dient dazu, eine sichere und konsistente Durchführung sämtlicher Verfahrensschritte unter Verwendung sämtlicher erforderlicher Schritte mit den jeweils korrekten Parametern zu gewährleisten. Dieses Werkzeug wird seinerseits bestimmt durch die Prozeßbeschreibungsdatei und führt die einzelnen Verfahrensschritte durch.

Die Prozeßbeschreibungsdatei ist beispielsweise in Fig. 7 dargestellt. Sie liegt in diesem Beispiel als ASCII-Datei im XML-Format vor und besitzt die folgenden Abschnitte:

Einen Vorsatzbereich mit den Namen und dem Hauptprozeßverzeichnis

Eine Liste der Quelldaten mit den Namen der Quellen und deren Verzeichnissen

Eine Koordinatenliste mit den Grenzen des zu repräsentierenden Bereiches

5 Eine Schrittliste mit den Namen der für die Quelldaten durchzuführenden Schritte

10 Eine Parameterliste mit Angaben über die gewünschte Repräsentation (z. B. Art der Höhenangabe und Auflösung etc. sowie Meta-Information wie Versionsnummer und dergleichen).

15 Als Parameter können dabei zum einen die Auflösung, beispielsweise 30 Winkelsekunden oder 15 Winkelsekunden für eine Auflösung von 120 x 120 bzw. 240 x 240 Abschnitten pro Segment, der Typ der Höhenangabe, beispielsweise der maximalen Höhe oder einer Durchschnittshöhe sowie eine Versionsinformation, die die zu verwendende Fassung der Datenbasis bestimmt, festgelegt werden.

20 Das Prozeßmanagement-Werkzeug erzeugt so wie jeder der anderen Schritte selbst ein Logfile, das die von dem Prozeßmanagement-Werkzeug durchgeführten Schritte aufzeichnet. Weiterhin wird, sofern sämtliche Schritte erfolgreich durchgeführt werden, eine entsprechende Meldung in das Logfile (hier aisProcess.Log) eingeschrieben. Ein Ausschnitt aus einem derartigen Logfile ist in Fig. 8 dargestellt.

25 30 In diesem Beispiel wurde das Prozeßmanagement-Werkzeug der Version Nr. 1.8 von einem Benutzer namens Test User gestartet. Das Verfahren verwendet er als einziges Argument. Die Prozeßbeschreibungsdarstellung Test Process.xml. Es erzeugte zuerst das Verzeichnis s2_convert/ und führte dann den Schritt s2_convert 35 (den Umwandlungsschritt) für jede einzelne Datenquel-

le (ETopo30, Gtopo30, ...) durch. Diese Quellen fassen sich in den entsprechenden in Fig. 8 ebenfalls aufgeführten Verzeichnissen mit der Endung /s1_import/ETopo30 etc. Das Ergebnis des Umwandlungsschrittes wurde für jede der Datenquelle in die Verzeichnisse ... /s2_convert/ETopo30 etc. eingeschrieben. In dem Auszug in Fig. 8 sind die weiteren durchgeführten Schritte nicht erwähnt. Lediglich das Ende nach Durchführung des Schrittes s4_trust (Zuverlässigkeitsprüfung) ist wiederum erwähnt.

Für den Umwandlungsschritt s2_convert findet sich in Fig. 9 ein Auszug aus dem entsprechenden Logfile. Die Logfiles sämtlicher Verfahrensschritte von dem Import-Schritt bis zum Export-Schritt sind sämtlich gleich aufgebaut. In diesen Schritten wird jeweils ein Segment gelesen, eine bestimmte Berechnung an diesem Segment durchgeführt und anschließend das Ergebnis als neues Segment in ein anderes Verzeichnis eingeschrieben. Dies wird nacheinander für sämtliche Segmente einer Datenbasis durchgeführt. Dies ist in Fig. 9 detailliert aufgezeichnet.

Auch hier wird der Werkzeug-Name, seine Version etc. in das Logfile eingeschrieben. In einem zweiten Teil des Logfiles wird für jedes der betrachteten Segmente eine Linie aufgezeichnet, die verschiedene Details der Verarbeitung darstellt:

Die Koordinaten des Segments, die Existenz eines Segments („no source segments“ oder „source segment read“) die erfolgreiche Prüfung von Vorbedingungen, der wesentliche Schritt („segment converted“ oder „source segment empty“) und das Auslesen der Berechnungsergebnisse der als neue Segment-Datei („output segments written“ oder „nothing written“). Auch hier

wird wiederum ein Kennzeichen eingefügt, das die erfolgreiche Durchführung dieses Werkzeuges bzw. Verfahrensschrittes anzeigt („OK“). Dieses Kennzeichen beendet die jeweilige Linie und zeigt an, daß das jeweilige Segment gelesen, verarbeitet und erfolgreich die verarbeiteten Daten gespeichert wurden.

Insgesamt ist jedes der einzelnen Werkzeuge vom Import-Werkzeug bis zum Export-Werkzeug konzeptionell aus den gleichen selben Schritten aufgebaut:

1. Überprüfen der vorgegebenen Parameter
2. Einlesen eines Segments
3. Überprüfen verschiedener vorgegebener Bedingungen
4. Verarbeitung der Segment-Daten
5. Auslesen und Speichern segmentweise der verarbeiteten Daten.

Für sämtliche der Schritte kann daher der folgende Algorithmus aufgestellt werden:

Überprüfe die Parameter ()
für jedes Segment

 Lese die Quelldatei ()

 Wenn keine Datei vorhanden ist setze das
Verfahren mit dem nächsten Segment fort

 Überprüfe die Vorbedingungen ()

 Verarbeite die Daten ()

 Schreibe die verarbeiteten Daten in Datei(en) ().

Die folgenden Befehlszeilen-Parameter werden unterstützt:

Einzulesende Datenquellen (Datenquelle 1, Datenquelle 2, 3 ...)

Auszugebende Datenbasis;
gewünschte Auflösung;
gewünschter Höhentyp (Maximum/Durchschnitt);
5 Versionsinformation (Versionsnummer).

Diese in der Prozeßbeschreibungsdatei festgelegten
Parameter werden jeweils durch die einzelnen Werkzeu-
ge nochmals überprüft.

10 Als weitere Parameter kommen in Frage:

Horizontales Bezugssystem (z. B. WGS84)
Vertikales Bezugssystem (z. B. mittlere Meereshöhe
MSL).

15

Dies ermöglicht dann auch andere horizontale oder
vertikale Bezugssysteme zu verwenden.

20

Als Vorbedingung werden solche Bedingungen bezeich-
net, die vor Durchführung der Datenverarbeitung er-
füllt sein müssen. Sie betreffen also die einzulesen-
den Daten und müssen im vorliegenden Beispiel für je-
des einzelne Segment erfüllt sein.

25

Im vorliegenden Beispiel wurden die folgenden Vorbe-
dingungen verwendet:

30

PRE1 Es müssen entweder sowohl Höhendaten als
auch Abweichungswertsegmente existieren o-
der keines von beiden.

PRE2 Das Horizontale Bezugssystem muß WGS84
sein.

PRE3 Das vertikale Bezugssystem muß die mittlere
Meereshöhe sein (MSL).

35

PRE4 Die Auflösung muß der gewünschten Auflösung
entsprechen.

PRES Der Höhenangabentyp muß dem gewünschten Typ
der Höhenangabe entsprechen.

5 Diese fünf im vorliegenden Beispiel verwendeten Vor-
bedingungen werden jeweils teilweise durch die je-
weils betroffenen Werkzeuge vor Verarbeitung der ein-
gelesenen Daten überprüft.

10 In gleicher Weise werden die verarbeiteten Daten ü-
berprüft, indem sie bestimmten Bedingungen entspre-
chen müssen.

15 Im vorliegenden Beispiel wurden insgesamt vier Bedin-
gungen für die verarbeiteten Daten (Nachbedingungen)
verwendet, wobei jedes Werkzeug eine Teilmenge dieser
Bedingungen prüft.

20 ELV_EQU Die Höhenangabe der ausgegebenen Daten
entspricht der Höhenangabe der einge-
gebenen Daten (die Höhenangaben wurden
nicht geändert).

25 ELV_GRE Die ausgegebenen Höhenangaben sind
größer oder gleich den eingelesenen
Höhenangaben.

30 DEV_EQU Die ausgegebenen Abweichungswerte sind
gleich den Abweichungswerten, die aus-
gelesen werden, d. h. die Abweichungs-
werte sind unverändert.

35 DEV_GRE Die ausgegebenen Abweichungswerte sind
größer oder gleich den eingelesenen
Abweichungswerten.

Im folgenden werden nun die unter der Kontrolle der

Prozeßbeschreibungsdatei ablaufenden einzelnen Schritte (Import bis Export) näher beschrieben.

Import-Werkzeug

5

10

Mit diesem Werkzeug und in diesem Schritt (sl_import) werden für jede einzelne Datenquelle, beispielsweise Gtop30, Globel.0, etc., die Daten in den jeweiligen vorliegenden Datenformat importiert und in einem einheitlichen Format gespeichert. Aufgrund des unterschiedlichen Formats für die unterschiedlichen Datenquellen existiert für jede einzelne Datenquelle ein besonders Import-Werkzeug, auch wenn lediglich ein einziges Import-Werkzeug in Fig. 5 dargestellt ist.

15

20

Zusätzlich wird durch das Import-Werkzeug für die eingelesenen Daten jeweils eine Abweichung erzeugt und als Abweichungsdatei gespeichert. Die so gespeicherten Abweichungen entsprechen der Genauigkeit der entsprechenden Datenquelle.

25

Insgesamt ist aus Fig. 5 zu erkennen, daß das Werkzeug sl_import als Eingabedaten zum einen die Daten von Datenquellen DEM erhält und andererseits sowohl im entsprechenden Format dargestellte Datendateien sl_import für die Höhendaten und die Abweichungsdaten erzeugt. Weiterhin wird ein Logfile sl_import.log erzeugt, indem der Schritt sl_import vollständig dokumentiert wird.

30

35

Das Werkzeug sl_import erhält Parameter aus dem Prozeß-Werkzeug aisProcess. Diese Parameter sind zum einen die Abweichungswerte und andererseits der Typ der einzulesenden Höhendateien. So kann hier beispielsweise festgelegt werden, ob Dateien eingelesen werden sollen, die durchschnittliche Höhenangaben enthalten

oder ob Dateien eingelesen werden sollen die maximale Höhenangaben enthalten.

5 Für die eingelesenen Dateien werden im Import-Werkzeug keine Bedingungen geprüft.

Das hier vorliegende Beispiel kann aktuell die folgenden fünf Datenquellen einlesen und auswerten:

10 Gtopo30, Etopo30, Globel.0, Globe0.5 sowie diverse Topographiedateien für Flughäfen oder andere Gebiete, für die eine höhere Genauigkeit erwünscht ist.

15 Die Datei Gtopo30 stellt Daten mit einer 30 Winkelsekunden-Auflösung in Blöcken von üblicherweise 50°x40° zur Verfügung. Jede Höhe wird dabei durch ein 2-Byte-Integer-Wert im LSB(Least Significant Bit)-Format repräsentiert. In dieser Datei gibt es keine Bereiche ohne Höhendaten. Meerwasser wird durch den Wert -500
20 dargestellt. Bereits im Import-Schritt wird jeder Wert für Meerwasser im vorliegenden Beispiel von dem Wert -500 auf den Wert -20.000 transferiert, der im vorliegenden Beispiel Meerwasser repräsentiert.

25 Die Datenquelle Etopo30 enthält Daten aller Kontinente jeweils als große Matrix. Jede Höhe wird dabei als 2-byte Integer-Wert im big-endian-Format repräsentiert. Die Werte repräsentieren normalerweise Höhen in Meter, die Werte für Afrika sind jedoch in Fuß
30 gehalten. Dementsprechend sind diese Werte beim Einlesen durch das Import-Werkzeug auf Meter-Angabe umzurechnen.

35 Die Datenquelle Globel0 bietet Höhendaten mit 30 Winkelsekunden-Auflösung in Blöcken von 90°x40° oder 90°x50°. Die Werte sind dabei 2-Byte-Integer-Werte im

MSB(Most Significant Bit)-Format. Auch hier liegen keine Bereiche ohne Höhen an Daten vor. Meerwasser wird durch den Wert -9999 dargestellt, so daß das Import-Werkzeug diese Werte auf -20.000 im vorliegenden Beispiel umwandelt.

Die Datenquellen für Höhendaten rund um Flughäfen liegen oftmals als binäre Matrix vor. Diese Werte werden gewöhnlich eingelesen und unmittelbar wieder im gewünschten Format abgelegt.

Datenkonversions-Werkzeug (s2_convert)

Mit dem Datenkonversions-Werkzeug s2_convert werden die von dem Werkzeug s1_import abgelegten Daten wieder aufgenommen und im vorliegenden Beispiel bezüglich der horizontalen Auflösung in das WGS84-System und bezüglich der vertikalen Auflösung auf mittleres Meeresniveau MSL (Mean Sea Level), gewandelt. Die so erzeugten Daten werden dann wiederum von dem Datenumwandlungs-Werkzeug abgelegt (s2_convert) und hierzu ein Logfile s2_convert.log erzeugt. Das Datenumwandlungs-Werkzeug s2_convert wertet die folgenden beiden Parameter aus dem Prozeß-Werkzeug aisProcess aus:

Gewünschtes horizontales Bezugssystem, im vorliegenden Beispiel ausschließlich WGS84.

Gewünschte vertikales Bezugssystem, im vorliegenden Beispiel ausschließlich mittlere Meereshöhe (MSL).

Weiterhin prüft das Datenumwandlungs-Werkzeug s2_convert die folgenden Bedingungen, die für die eingelesenen Daten erfüllt sein müssen (Präkonditionen):

PRE1: entweder existieren für ein Segment Höhen-
daten und Abweichungsdaten oder keine bei-
der Daten.

5 PRE1: Das Bezugssystem der eingelesenen Daten muß
WGS84 sein (diese Bedingung kann in anderen
Beispielen auch weggelassen werden und auch
andere Daten verarbeitet werden).

10 PRE3: Das vertikale Bezugssystem muß MSL sein
(auch diese Bedingung kann in anderen Bei-
spielen weggelassen werden und auch Daten
im anderen Bezugssystem verarbeitet wer-
den).

15 Bei dem vorliegenden Beispiel werden folglich aus-
schließlich Daten im WGS84 und MSL-Bezugssystem ver-
arbeitet und die erzeugten Daten liegen ebenfalls in
diesem Bezugssystem vor. Aufgabe dieses Datenumwand-
lungsschrittes ist es also hier im vorliegenden Bei-
spiel ausschließlich bei Vorliegen von Höhen- und Ab-
20 weichungsdaten diese in Ausgabedateien zu kopieren.

Die erfolgreiche Durchführung des Datenumwandlungs-
schrittes wird überprüft, indem abschließend im vor-
liegenden Beispiel zwei Bedingungen überprüft werden:

25

ELV_EQU Die ausgegebenen gespeicherten Höhen müssen
gleich den eingelesenen Höhenangaben sein.

DEV_EQU Die ausgegebenen Abweichungen müssen gleich
den eingelesenen Abweichungen sein.

30

Anpassungs-Werkzeug (s3_adjust)

35

Mit diesem Werkzeug und in diesem Schritt s3_adjust
wird die Auflösung der von dem Werkzeug s2_convert
erzeugten und gespeicherten Dateien in eine gewünsch-
te horizontale Auflösung umgewandelt. Im vorliegenden

Beispiel sind die gewünschten Auflösungen gewöhnlich 30 Winkelsekunden oder 15 Winkelsekunden.

Wie in Fig. 5 zu erkennen ist, liest das Werkzeug s3_adjust die vom Werkzeug s2_convert gespeicherten Daten und erzeugt selbst wieder Ausgabedaten s3_adjust sowie ein Logfile s3_adjust.log mit dem der Schritt s3_adjust vollständig und überprüfbar dokumentiert wird.

Die folgenden Parameter von dem Werkzeug aisProcess werden berücksichtigt:

Gewünschte Auflösung:

Im vorliegenden Beispiel kann die gewünschte Auflösung 30 Winkelsekunden oder 15 Winkelsekunden betragen, wobei ein Segment dann 120x120 oder 240x240 Zellen (Abschnitte bzw. Höhenwerte/Abweichungswerte) enthält.

Gewünscht Art der Höhenangabe:

Durch diesen Parameter wird angegeben, ob die von dem Schritt s3_adjust erzeugten Höhenwerte maximale Höhenwerte in der jeweiligen Zeile bzw. durchschnittliche Höhenwerte innerhalb der jeweiligen Zelle sein sollen. Je nachdem wird in der Verarbeitung der Daten durch das Werkzeug s3_adjust ein unterschiedlicher Algorithmus angewandt.

Die eingelesenen Daten werden von dem Werkzeug s3_adjust auf die folgenden Bedingungen segmentweise überprüft:

PRE1, PRE2 und PRE3 wie im Werkzeug s2_convert.

Die dann eingelesenen und überprüften Daten werden nach den folgenden Schritten verarbeitet.

5 Es werden immer eine ganzzahlige Anzahl von Daten (Höhendatum + Abweichungsdatum) innerhalb einer Zelle zu einer einzigen ausgegebenen Datenkombination aus Höhenwert und Abweichungswert kombiniert. Fig. 10A stellt dabei die Kombination dar, sofern die ge-
 10 wünschte Höhenangabe ein Maximalwert der Höhe in der jeweiligen Zelle sein soll. In Fig. 10A liegen innerhalb eines rechteckigen Zellenbereiches insgesamt vier Höhenwerte p_1 bis p_4 vor. Dabei bezeichnen hellere Bereiche höhere Höhenwerte. Aus diesen wird nun
 15 der höchste Höhenwert p_3 ausgewählt, um die gesamte Zelle zu repräsentieren.

In Fig. 10B ist die Auswahl dargestellt, mittels der ein gewünschter durchschnittlicher Höhenwert ermittelt wird. Auch hier liegen wiederum innerhalb einer Zelle, für die letztlich nur ein Höhenwert benötigt wird, vier Höhenwerte p_1 bis p_4 vor, wobei hellere Bereiche den höheren Höhenwert anzeigen. In diesem
 20 Falle wird ein gewichteter Durchschnitt mittels Kalman-Filterung aus den Werten p_1 bis p_4 berechnet. Der ausgegebene Datenwert läßt sich folglich als $K(p_1 \dots p_4)$ beschreiben.

Die Kalman-Filterung wird hier folgendermaßen durchgeführt:
 30

Die Werte $p_1 = (e_1, \sigma_1)$ bis $p_4 = (e_2, \sigma_2)$ mit e_1 bis σ_4 den Höhenwerten und e_1 bis σ_4 den Abweichungswerten werden kombiniert, indem die folgende Kalman-Funktion
 35 auf diese angewandt wird:

$$K(p_1, p_2, \dots, p_n) = (k(k(\dots k(p_1, p_2), \dots), p_n))$$

wobei die Funktion k im folgenden an den beiden Wertepaaren p_1 und p_2 demonstriert werden:

$$k(p_1, p_2) = \left(\frac{1}{\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{1}{\sigma_2^2}} \left(\frac{1}{\sigma_1^2} e_1 + \frac{1}{\sigma_2^2} e_2 \right), \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{1}{\sigma_2^2}}} \right)$$

Auf diese Weise werden die einzelnen Wertepaare für die Zellen mit ihrer jeweiligen Abweichungen gewichtet miteinander kombiniert, so daß ein gewichteter Durchschnittswert $K(p_1 \dots p_4)$ im Falle von vier Höhenwerten innerhalb einer Zelle erzeugt wird.

Eine Zusammenfassung des in dem Werkzeug $s3_trust$ durchgeführten Verfahrensschrittes wird in Fig. 11 als Algorithmus gegeben.

Zuverlässigkeits-Werkzeug ($s4_trust$)

Dieses Werkzeug führt ferner verschiedene Überprüfungen der durch den Schritt $s3_adjust$ abgelegten Daten durch und erhöht die Abweichung in dem jeweiligen Datenpaar aus Höhenangabe und Abweichung, sofern Zweifel an der Höhenangabe bestimmt werden.

Dieses Werkzeug verarbeitet keine Parameter, überprüft die eingelesenen Daten, die nun bereits auf einzelne Zellen bezogen sind, auf die Bedingung PRE1 bis PRE3 wie vorstehend beschrieben und zusätzlich auf die Bedingung PRE4, nämlich daß die horizontale Auflösung der eingelesenen Daten bereits der gewünschten Auflösung entsprechen muß.

Zum einen werden durch das Zuverlässigkeits-Werkzeug s4_trust Kontrollen durchgeführt, um Ausreißer in den Höhenwerten zu erfassen. Hierzu wird für jeden Wert überprüft, ob sein Höhenwert e stark von den Höhenwerten der Nachbarn abweicht:

$$|e - \bar{e}| > n \cdot \sigma$$

wobei \bar{e} der Mittelwert der Nachbarn des zu überprüfenden Wertes und σ die Standardabweichung der Nachbarwerte ist. n gibt den Schwellwert der zulässigen Abweichung an, wobei im vorliegenden Beispiel $n = 3$ verwendet wird.

Als Nachbarwerte werden die in Fig. 12 dargestellten Nachbarwerte e_1 bis e_8 ausgewertet. e entspricht dem zu überprüfenden Höhenwert.

Wird auf diese Weise ein Ausreißer festgestellt, so wird die Abweichung des entsprechenden Wertes e auf das Maximum des aktuellen Abweichungswertes oder auf Betrag $|e - \bar{e}|$ gesetzt, je nachdem welcher dieser beiden Werte größer ist.

Fig. 13 erläutert diese beschriebenen Verfahrensschritte in Form eines Algorithmus.

Die so veränderten Daten werden wiederum auf die Einhaltung bestimmter Bedingungen überprüft. Im Schritt s4_trust wird zum einen die bereits beschriebene Bedingung ELV_EQU überprüft und zum anderen die Bedingung DEV_GRE, nämlich ob jeder der ausgelesenen und abzuspeichernden Abweichungswerte größer oder gleich seinem entsprechenden eingelesenen Abweichungswert ist.

Offset-Werkzeug (s5_offset)

5 In diesem Schritt werden die von dem Zuverlässig-
keits-Werkzeug s4_trust erzeugten und gespeicherten
Daten wiederum eingelesen und gegebenenfalls aus dar-
in enthaltenen durchschnittlichen Höhenwerten maxima-
le Höhenwerte erzeugt und abgespeichert. Dies ist
10 selbstverständlich nur erforderlich, wenn der ge-
wünschte Typ der Höhenangabe eine Maximalhöhe ist.
Ist der gewünschte Typ der Höhenangabe eine durch-
schnittliche Höhenangabe, so wird in diesem Schritt
keine Verarbeitung ausgeführt.

15 Als Parameter liest das Offset-Werkzeug s5_offset den
gewünschten Typ der Höhenangabe ein, wird eine maxi-
male Höhenangabe durchgeführt, so wird der Schritt
s5_offset durchgeführt. Ist der gewünschte Typ der
Höhenangabe eine durchschnittliche Höhe, so wird der
20 Schritt s5_offset nicht durchgeführt.

Das Offset-Werkzeug s5_offset überprüft die bereits
oben beschriebenen Bedingungen PRE1 bis PRE4 für die
eingelesenen Daten und führt dann gegebenenfalls fol-
25 gende Umrechnung durch, die mit Bezug auf Fig. 14 er-
läutert wird. In Fig. 14 bezeichnet e den Höhenwert
einer Zelle, der aus einem durchschnittlichen Höhen-
wert in einen maximalen Höhenwert umgerechnet werden
soll. e1 bis e8 sind seine benachbarten Zellen bzw.
30 die darin enthaltenen Höhenwerte.

In diesem Schritt wird nun überprüft, welcher der
Werte e, e1 bis e8 der größte Höhenwert ist und der
Wert e durch den so ermittelten größten Höhenwert er-
35 setzt. Ist e selbst der größte Höhenwert, so erfolgt
selbstverständlich keine Ersetzung.

Der Abweichungswert d wird nicht verändert.

Optional kann noch veranlaßt werden, daß im Falle, daß e selbst der größte Höhenwert ist, e mit einem Sicherheits-Ersatzwert (Sicherheits-Offset) versehen wird. Hierzu wird zu dem Wert e der Unterschied zwischen dem Wert e und dem Durchschnitt seiner Nachbarn e_1 bis e_8 hinzuaddiert. Durch einen derartigen Offset wird ein Maximum an Zuverlässigkeit und Sicherheit für den Wert e erreicht.

Fig. 15 erläutert in Form eines Algorithmus noch ein- das soeben beschriebene Vorgehen des Werkzeugs s_5_offset . Der darin angegebene Vergleichsoperator $>$ bezüglich der Höhenangaben e ist dabei folgendermaßen definiert:

$$e_1 > e_2 = \begin{cases} \text{wahr} & \text{wenn } e_1 \neq \text{KEINE DATEN VORHANDEN und } e_1 \text{ höher als } e_2 \\ \text{falsch} & \text{sonst} \end{cases}$$

Die so erzeugten Daten werden wiederum überprüft auf die Bedingungen ELV_GRE und DEV_GRE, wie oben bereits beschrieben.

Zusammenführungs-Werkzeug (s_6_merge)

Während die bisherigen Schritt s_1 bis s_5 jeweils für jede einzelne Datenquelle einzeln durchgeführt wurden, werden nunmehr erstmals sämtliche aus den einzelnen Datenquellen gewonnenen, nach den bisherigen Schritten verarbeiteten Daten zusammengeführt.

Dies wird in Fig. 16A dargestellt. Der Schritt s_6_merge bzw. das dazugehörige Werkzeug liest die von dem Werkzeug s_5_offset für die einzelnen Datenquellen

erzeugten Daten sämtlich ein und erzeugt hieraus eine gemeinsame Datenbasis s6_merge sowie ein Logfile zur Dokumentierung des Schrittes s6_merge.

5 Der Schritt s6_merge wird dabei wiederum durch Parameter gesteuert, die durch das Prozeß-Werkzeug ais.Process vorgegeben werden. Als Parameter wird im vorliegenden Beispiel der Typ der zu erzeugenden Höhenangabe verwendet. Dieser Typ kann entweder der Maximalwert oder ein Durchschnittswert aus sämtlichen
10 Werten für die jeweilige Zelle der einzelnen eingelesenen Datenbasen sein.

Als Bedingung für die eingelesenen Werte aus den einzelnen Datenbasen werden die Bedingungen PRE1 bis
15 PRE5 wie vorstehend bereits beschrieben, überprüft.

Für die Bestimmung eines durchschnittlichen Höhenwertes aus sämtlichen einzelnen Höhenwerten der Datenquellen für eine bestimmte Zelle wird wiederum eine
20 Kalman-Filterung, wie vorstehend beschrieben, durchgeführt.

In diesem Schritt treten jedoch noch weitere besondere Probleme auf. So kann beispielsweise für einzelne Zellen in den einzelnen Datenbanken entweder ein Höhenwert vorliegen, ein Wert der aussagt, daß ausschließlich Meerwasser vorliegt, ein Wert, daß ein Wasserbereich vorliegt oder es können für eine bestimmte Zelle bzw. für die Zellen eines bestimmten
25 Segmentes keine Daten vorliegen (ND, No Data).
30

In diesem Falle sind bestimmte logische Verknüpfungen erforderlich, die in den Fign. 16B und 16C erläutert
35 werden.

Fig. 16B zeigt hier die logische Verknüpfung zweier Werte, wobei diese Werte entweder fehlen können (No Data, ND), Höhenwerte darstellen können (T) oder Wasserwerte darstellen können (W). Wie in Fig. 16B zu erkennen ist, wird im Falle des Fehlens zweier Werte wiederum das Fehlen eines durchschnittlichen Wertes festgestellt. Wenn lediglich ein Wert fehlt und der andere Wert ein Höhenwert T oder ein Wasserwert W ist, so wird als Durchschnittswert der Höhenwert T oder der Wasserwert W angenommen. Im Falle, daß ein Höhenwert T und ein Wasserwert W vorliegt, so wird lediglich der Höhenwert T als Mittelwert übernommen. Im Falle, daß zwei Höhenwerte T vorliegen, wird die vorbeschriebene Kalman-Filterung durchgeführt und der neue Höhenwert T entspricht der Kalman-Funktion aus den einzelnen Höhenwerten (T). Dasselbe gilt für den Fall, daß lediglich zwei Wasserwerte vorliegen.

In Fig. 16C ist dargestellt, wenn zwei zu kombinierende Werte entweder keine Daten aufweisen (ND), Höhenwerte aufweisen (T), Meerwasser anzeigen (SW) oder Oberflächenwasser anzeigen (BW).

Auch in diesem Falle erfolgt die logische Verknüpfung mit Vorrang der Höhenwerte vor sämtlichen anderen Werten. Liegen zwei gleiche Wertetypen vor, so erfolgt eine Kalman-Filterung.

Fig. 16C unterscheidet sich von Fig. 16B dadurch, dass zwischen zwei Wasserwerten unterschiedlicher Bedeutung, nämlich Meerwasser (SW) und sonstigen Gewässern (BW) wie Seen oder Flüsse, unterscheiden wird. Die Verknüpfungen aus Fig. 16B sind in Fig. 16C vollständig enthalten, so dass sich lediglich für die zusätzlichen Gewässer-Werte neue Verknüpfungen ergeben: Im Falle des Fehlers eines Wertes wird als Durch-

schnittswert der Gewässerwert BW genommen. Die Verknüpfung eines Höhenwertes T und eines Gewässerwertes BW geschieht, indem die Höhe des Gewässerwertes per Kalman-Filterung mit dem Höhenwert T fusioniert und das Ergebnis wieder in einen Gewässerwert umgewandelt wird. Bei der Verknüpfung eines Gewässerwertes BW mit einem Meerwasser SW setzt sich der Gewässerwert durch und wird als Durchschnittswert herangezogen. Die Verknüpfung zweier Gewässerwerte BW erfolgt durch gewöhnliche Fusion mittels Kalman-Filterung.

Werden mehr als zwei Datenquellen miteinander verknüpft, so können die jeweiligen Verknüpfungen immer unter zwei Datenquellen durchgeführt werden und das Ergebnis dann einer weiteren Datenquelle verknüpft werden. Aufgrund der assoziativen und kommutativen Eigenschaften der Kalman-Filterung und auch der sonstigen logischen Verknüpfungen nach den Fign. 16B und 16C können auch jede beliebige andere Reihenfolge von Verknüpfungen einzelner Datenquellen durchgeführt werden.

Fig. 17 zeigt einen Auszug aus einem Algorithmus, der das beschriebene Verfahren des Werkzeugs s6_merge beschreibt.

Export-Werkzeug (s7_export)

Das Export-Werkzeug kann optional eingesetzt werden, um die so hergestellte Repräsentation der Erdoberfläche in ein Format zu bringen, das beispielsweise Kundenwünschen entspricht. Die Höhenangaben in dieser Repräsentation werden inhaltlich durch das Export-Werkzeug nicht mehr geändert.

Die von dem Werkzeug s6_merge abgespeicherten Werte

werden durch das Export-Werkzeug s7_export eingelesen und auf die Bedingungen PRE1 bis PRE5, die bereits oben beschrieben wurden, überprüft. Anschließend findet eine Umwandlung in das gewünschte Format statt und die Daten werden wiederum abgespeichert. Ein Beispiel für die Schritte, die von dem Werkzeug s7_export durchgeführt werden ist in Fig. 18 gegeben.

Das Export-Werkzeug s7_export schreibt die Daten weiterhin in eine Verzeichnisstruktur, die zuvor festgelegt wurde.

Die geschriebenen Daten werden abschließend auf die Bedingung ELV_EQU, wie bereits oben beschrieben, überprüft.

Damit sind sämtliche Verarbeitungsschritte des Herstellungsverfahrens für die erfindungsgemäße Repräsentation der Erde beendet.

Fig. 19 zeigt die Verzeichnisstruktur für den gesamten durchzuführenden Prozeß. Als Hauptverzeichnis für die Ablage sämtlicher Daten wird ein Verzeichnis Process Directory verwendet. In den einzelnen Schritten s1_import bis s7_export wird jeweils ein Unterverzeichnis mit den entsprechenden Namen s1_import bis s7_export angelegt. Da die einzelnen Schritte s1_import bis s5_offset jede einzelne Datenquelle, beispielsweise Etopo30, Airports etc., einzeln verarbeitet, wird innerhalb des jeweiligen Verzeichnisses s1_import bis s5_offset ein Unterverzeichnis für jede dieser Datenquellen mit den entsprechenden Namen angelegt. Innerhalb der so erzeugten untersten Verzeichnisebene werden dann Verzeichnisse W 180 bis E179 angelegt, die die jeweiligen Segmentdateien enthalten.

Die Verzeichnisse W180 bis E179 enthalten sämtliche Höhen- und Zusatzwertdateien für den Längengrad, der durch den Verzeichnisnamen bestimmt ist (W180 bedeutet beispielsweise 180 Grad westliche Länge). Das Verzeichnis s6_merge enthält direkt die Unterverzeichnisse W180 bis E179, da nach diesem Schritt die Daten verschiedener Quellen zu einem Datensatz kombiniert wurden. Das Verzeichnis s7_export<Customer> enthält dieselben Daten wie s6_merge, allerdings konvertiert in eine kundenabhängiges Format. Der Anhang <Customer> wird dabei durch den tatsächlichen Kundenamen ersetzt.

Im folgenden werden die Struktur und die Inhalte einer Repräsentation (kundenspezifischen Formates) exemplarisch dargestellt, die nach dem im vorgehenden beschriebenen Verfahren erzeugt wurde.

Fig. 20 zeigt die Verzeichnisstruktur einer exemplarischen Repräsentation. Diese Repräsentation oder Datenbasis kann auf jedem beliebigen Medium aufgezeichnet werden und mit jedem beliebigen Medium auch übertragen werden. Im vorliegenden Beispiel wird hierzu eine Kompaktdisk verwendet. Die vorliegende Erfindung bezieht sich jedoch auf eine Repräsentation in jeglicher gespeicherter Form auf jeglichem möglichen Medium.

Fig. 20 zeigt die Verzeichnisstruktur dieser beispielhaften Repräsentation. Diese besitzt eine Read me-Datei in der im Klartext interessante Informationen zu der Repräsentation aufgezeichnet sind und eine VERSION-Datei, die die genaue Identifikation der Repräsentation enthält. Die eigentlichen Daten befinden sich in einem Hauptverzeichnis AIS-XXX, wobei XXX die Version bezeichnet. Dieses Hauptverzeichnis besitzt

zwei Unterverzeichnisse DIR und DOC. Hiervon ist das Verzeichnis DIR dasjenige Verzeichnis, das die Daten enthält. In dem Verzeichnis DIR befinden sich zum einen die Prozeßbeschreibungsdatei <process_description>.xml, die Log-Dateien für die Prozesse aisProcess, sl_import bis s7_export jeweils für sämtliche Datenquellen und die jeweiligen Ergebnisse der Prozesse sowie drei Informationsdateien DIR_<res>_<type>.ter, DIR_<res>_<type>.sea und DIR_<res>_<type>.nod in denen Informationen darüber verzeichnet sind, ob für die einzelnen Segmente Höhendaten (.ter), Meeresdaten (.sea) oder überhaupt keine Daten (.nod) verfügbar sind. Diese Dateien sind ASCII-Dateien, die jeweils für ein Segment mit einer Länge von einem Grad und einer Breite von einem Grad angeben, ob bestimmte Informationen vorhanden sind. Sie überdecken die gesamte Welt und enthalten insgesamt 180 Zeilen mit 360 Einträgen. Die erste Linie stellt 90° nördliche Breite dar während die erste Spalte 180° westliche Länge darstellt.

Als Eintrag kommt für jedes Segment entweder eine 1 oder eine 0 in Frage. In *.ter-Dateien bezeichnet eine 1, daß das entsprechende Segment Höhendaten enthält. In *.sea-Dateien bezeichnet eine 1, daß keine derartige Segmentdatei vorliegt, da sämtliche Daten lediglich die mittlere Meereshöhe bezeichnen würden. In *.nod-Dateien bezeichnet eine 1 das Fehlen der entsprechenden Segmentdatei, da für dieses Segment keine Daten verfügbar sind.

Für den Inhalt dieser drei Dateien *.ter, *.sea und *.nod kann eine Konsistenzprüfung durchgeführt werden, da die Summe der Einträge für die einzelnen Segmente jeweils genau 1 ergeben muß.

Liegen gemischte Daten vor, beispielsweise teilweise Höhendaten und teilweise keine Daten für ein Segment, so folgt ein Eintrag in der *.ter-Datei, während im Falle daß weder Meeresdaten vorliegen noch sonstige Daten als Sonderfall der Eintrag einer 1 in der *.ter-Datei erfolgt und dann auch das Segmentfile mit den entsprechenden Offsetwerten für die einzelnen Abschnitte eingetragen wird. Fig. 23 zeigt einen Auszug eines derartigen *.ter-Datei, der noch eine beliebige Anzahl von Kommentarzeilen vorangestellt werden kann.

Das Verzeichnis DIR enthält insgesamt 2592 Verzeichnisse, die jeweils einem Bereich von $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ entsprechen und mit xxxhyyk bezeichnet sind. In Fig. 20 ist nur ein derartiges Verzeichnis dargestellt. xxx bezeichnet dabei den Längengrad der nordwestlichen Ecke des dargestellten Bereiches, h bezeichnet die östliche bzw. westliche Länge, yy bezeichnet den Breitengrad der nordwestlichen Ecke des dargestellten Bereiches und k bezeichnet den nördlichen oder südlichen Breite.

Jedes dieser Verzeichnisse enthält insgesamt drei Dateien mit den Endungen .sea .tgz und .md5. Die Datei xxxhyyk.sea enthält eine Liste der Segmente, die nicht als Dateien zur Verfügung gestellt werden, da sie ausschließlich Meereswerte enthalten. Die Datei xxxhyyk.md5 enthält eine crc-Prüfsumme der Dateien xxxhyyk.tgz und xxxhyyk.sea entsprechend der md5-Prüfsummenkonvention.

Die Datei xxxhyyk.tgz ist eine komprimierte Datei, die ihrerseits die Verzeichnisse elv und qty enthält. Im Verzeichnis elv befinden sich sämtliche Dateien *.elv, die die Höhendaten der einzelnen Segmente enthalten. Diese Dateien werden mit einem Dateinamen

xxxhyykc.elv bezeichnet, wobei die Benennung wie oben verwendet wird und c für „standard segment“ steht.

Das Verzeichnis qty enthält entsprechende Dateien xxxhyykc.qty mit den Zuverlässigkeits- bzw. Genauigkeitswerten für die Abschnitte der einzelnen Segmente.

Beispielsweise bezeichnet 011e48ns.elv das Segment mit der nordwestlichen Ecke bei 11° östlicher Länge und 48° nördlicher Breite in Österreich. Diese Datei enthält die Daten für ein Standardsegment und enthält Höhendaten.

Fig. 21 und 22 zeigen nun den Aufbau der Segmentdateien. In Fig. 21 ist dargestellt, daß für ein bestimmtes Erdoberflächensegment eine Vielzahl von Dateien angelegt werden, die jeweils verschiedene Typen Daten enthalten. So wird eine Höhendatendatei angelegt und eine Qualitätsdatendatei. Dies ist auch im Vorigen beschrieben. Optional können auch Dateien mit Standardabweichungswerten oder weitere Dateien aufgezeichnet werden. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf zwei verschiedene Werte pro Abschnitt, hier Höhendaten und Zuverlässigkeit- bzw. Genauigkeitsdaten beschränkt.

Die Speicherung innerhalb einer dieser Dateien für die Werte innerhalb eines Segmentes erfolgt, indem zuerst die Werte der obersten Zeile dann der weiteren Zeilen nacheinander aufgezeichnet werden.

Im vorliegenden Beispiel liegen für jedes Segment zwei Dateien vor, nämlich eine Datei mit Höhenangaben und eine Datei mit Zuverlässigkeits- bzw. Genauigkeitsangaben für jeden einzelnen Abschnitt oder Zel-

le.

Jede dieser Dateien enthält die folgenden Blöcke:

- 5 Allgemeine Vorsatzinformation
- Dateispezifische Vorsatzinformation
- Dateispezifische Datenaufzeichnungen.

10 Diese Dateien sind sämtlich binäre Datendateien. Die
 Byte-Reihenfolge erfolgt nach der Motorola-Byte-
 Reihenfolge, bei der das höchstwertige Byte zuerst
 aufgezeichnet wird (most significant byte msb). Fig.
 24 zeigt den allgemeinen Vorsatzbereich, der in sämt-
 15 lichen Typen von Segmentdateien (Höhendaten und Zu-
 verlässigkeits- bzw. Genauigkeitsdaten) vorliegt. Mit
 Ausnahme des Falltyp-Kennzeichens ist dieser allge-
 meine Vorsatzbereich für sämtliche Dateien eines Seg-
 ments identisch. Seine Länge beträgt insgesamt 116
 Bytes.

20 Fig. 25A und Fig. 25B zeigen den dateispezifischen
 Vorsatzbereich (Fig. 25A) und den Datenbereich (Fig.
 25B) für eine Datei mit Höhendaten.

25 Fig. 26 zeigt in den Teilbildern A bis C den datei-
 spezifischen Vorsatzbereich (Fig. 26A), den Bereich
 für die Bestimmung der Zuverlässigkeitsdefinition
 (Fig. 26B) sowie den Datenbereich für die Aufzeich-
 nung der Zuverlässigkeitsdaten (Fig. 26C).

30 Beim vorliegenden Beispiel stehen insgesamt sieben
 verschiedene Definitionen von Zuverlässigkeit bzw.
 Genauigkeit zur Verfügung, so daß jede der erfin-
 dungsgemäßen Repräsentationen für je des Höhendatums
 35 einen gewünschten Wert der Genauigkeit und/oder Zu-
 verlässigkeit aufweisen kann.

Fig. 27 definiert nun in den Teilbildern A bis AM genauer die in den Vorsatzbereichen enthaltenen Parameter.

5

Dabei bezeichnen in Fig. 27 die folgenden Teilbilder die folgenden Parameter

	A	Dateityp
10	B	Byte-Reihenfolge
	C	Prüfwert der Byte-Reihenfolge
	D	Versionscode
	E	Herstellungsdatum
	F	Segmentname
15	G	Horizontaler Referenzwert
	H	Vertikaler Referenzwert
	I	Längengrad einer Segmentecke
	K	Breitengrad einer Segmentecke
	L	Längsausdehnung eines Segmentes
20	M	Breitenausdehnung eines Segmentes
	N	Auflösung bezüglich der geographischen Länge
	O	Auflösung bezüglich der geographischen Breite
	P	Längengrad des ersten Wertes
	Q	Breitengrad des ersten Wertes
25	R	Spaltenzahlen
	S	Zeilenzahlen
	T	Inhaltsbezeichnung
	U	Metrisches Maß
	V	Typ der Höhendaten
30	W	Byte-Zahl pro Datenwert
	X	Minimaler Datenwert in einem Segment
	Y	Maximaler Datenwert innerhalb eines Segmentes
	Z	Wert des Kennzeichens für fehlende Datenwerte
	AA	Anzahl an Aufzeichnungen
35	AB	Minimaler Datenwert der laufenden Aufzeichnungen
	AC	Maximaler Datenwert der laufenden Aufzeichnungen

	AD	Längengrad des ersten Wertes innerhalb der laufenden Aufzeichnung
	AE	Längengrad des ersten Wertes innerhalb der laufenden Aufzeichnung
5	AF	Höhenwert
	AG	Anzahl der in der vorliegenden Repräsentation verwendeten Genauigkeits- und/oder Zuverlässigkeitsdefinitionen
	AH	Genauigkeits/Zuverlässigkeits-Kennzeichen
10	AI	Absolute horizontale Genauigkeit
	AK	Relative horizontale Genauigkeit
	AL	Absolute vertikale Genauigkeit
	AM	Relative vertikale Genauigkeit.

Patentansprüche

- 5 1. Repräsentation zumindest eines Bereiches der
 Erdoberfläche,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß der Bereich in einzelne Abschnitte unter-
10 teilt ist und für jeden dieser Abschnitte min-
 destens zwei Datenwerte angegeben werden, wobei
 das erste Datum (ELV) eine Höhenangabe der Ober-
 fläche über einem vorbestimmten Niveau enthält,
 und das zweite Datum (QTY) ein Maß für die Ge-
 nauigkeit und/oder Zuverlässigkeit des ersten
15 Datums gibt.
2. Repräsentation nach dem vorhergehenden Anspruch,
 dadurch gekennzeichnet, daß die Daten digitale
 Daten sind.
3. Repräsentation nach einem der vorhergehenden An-
20 sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erd-
 oberfläche durch ein Gitterliniensystem in ein-
 zelne Abschnitte unterteilt ist.
4. Repräsentation nach Anspruch 3, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß das Gitterliniensystem sich auf
25 das WGS-84-Ellipsoid bezieht.
5. Repräsentation nach einem der beiden vorherge-
 henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
 jeder Abschnitt einem durch zwei Breitengrade
 und zwei Längengrade umfaßten Bereich ent-
30 spricht.
6. Repräsentation nach einem der drei vorhergehen-
 den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ei-

ner, mehrere oder alle Abschnitte eine Fläche von 30 x 30 Bogensekunden umfassen.

- 5
7. Repräsentation nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß einer, mehrere oder alle Abschnitte eine Fläche von 15 x 15 Bogensekunden umfassen.
- 10
8. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Daten (ELV) und/oder zweiten Daten (QTY) Angaben bezüglich der geographischen Mitte des Abschnitts (zellenzentriertes Format) sind.
- 15
9. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenangabe (ELV) eines, mehrerer oder aller Abschnitte sich auf die mittlere Meereshöhe (Mean Sea Level, MSL) bezieht.
- 20
10. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenangabe (ELV) eines, mehrerer oder aller Abschnitte eine maximale oder minimale Geländehöhe innerhalb des Abschnitts angibt.
- 25
11. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenangabe (ELV) eines, mehrerer oder aller Abschnitte eine durchschnittliche Geländehöhe innerhalb des Abschnitts angibt.
- 30
12. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenangabe (ELV) eines, mehrerer oder aller Abschnitte eine gewichtete durchschnittliche Geländehöhe innerhalb des Abschnitts angibt.

13. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenangaben (ELV) in Meter bestimmt sind.
- 5 14. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenangabe eines Abschnitts um einen vorbestimmten Wert verringert oder erhöht sind, um Angaben über die Art des Geländes in dem Abschnitt zu enthalten.
- 10 15. Repräsentation nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Datum eines Abschnitts den Wert - 20000 oder die Höhenangabe (ELV) abzüglich 20000 enthält, wenn das Gelände des Abschnitts ein Meer oder eine nicht bekannte Gewässerart ist.
- 15 16. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Datum die Höhenangabe (ELV) abzüglich 30000 enthält, wenn das Gelände des Abschnitts ein See oder Fluß ist.
- 20 17. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Datum einen vorbestimmten Wert (No-Data-Wert) enthält, wenn für einen Abschnitt keine Höhenangabe bestimmbar ist.
- 25 18. Repräsentation nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Wert -9999 beträgt.
- 30 19. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für eine, mehrere oder alle Abschnitte das zweite Datum (QTY) eine Angabe über die horizontale und/oder

vertikale Abweichung, Qualität, Zuverlässigkeit und/oder Vertrauensniveaus der Höhenangabe eines Abschnitts enthält.

- 5 20. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für einen, mehrere oder alle Abschnitte das zweite Datum (QTY) eine in mehrere Stufen bzw. Klassen eingeteilte Zuverlässigkeit bzw. Vertrauensniveaus der Höhenangaben angibt.
- 10 21. Repräsentation nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuverlässigkeit aus der horizontalen relativen, horizontalen absoluten, vertikalen relativen und/oder relativen absoluten Abweichung der Höhendaten eines Abschnitts bestimmt wird.
- 15 22. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Daten und die zweiten Daten in verschiedenen Dateien gespeichert sind.
- 20 23. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich der Erdoberfläche in mehrere Segmente unterteilt ist, wobei jedes Segment jeweils mehrere Abschnitte enthält und
25 die ersten Daten bzw. zweiten Daten der Abschnitte, die gemeinsam ein Segment der Erdoberfläche abbilden, in jeweils einer Segmentdatei oder gemeinsam in einer Segmentdateien gespeichert sind.
- 30 24. Repräsentation nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Daten (ELV) und die zweiten Daten (QTY) in jeweils eigenen Segmentdateien gespeichert sind.

- 5
25. Repräsentation nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein, mehrere oder alle Segmente durch zwei benachbarte Längengrade und zwei benachbarte Breitengrade begrenzt sind.
- 10
26. Repräsentation nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein, mehrere oder alle Segmente durch die Längen- und Breitengrade des WGS-84-Ellipsoids begrenzt werden.
- 15
27. Repräsentation nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere oder alle Segmente durch Breitengrade und Längengrade im gleichen Gradabstand voneinander begrenzt sind.
- 20
28. Repräsentation nach einem der Ansprüche 23 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß ein, mehrere oder alle Segmentdateien jeweils die Daten der Abschnitte eines $1^\circ \times 1^\circ$ großen Bereichs der Erdoberfläche enthalten.
- 25
29. Repräsentation nach einem der Ansprüche 23 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten der Abschnitte eines Segments jeweils beginnend mit dem nordwestlichen Abschnitt in ihrer Abfolge auf dem Breitenkreis Richtung Osten in Reihe nacheinander gespeichert sind, wobei in Richtung Süden aufeinanderfolgende Reihen aneinander anschließend nacheinander gespeichert sind.
- 30
30. Repräsentation nach einem der Ansprüche 23 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß eine, mehrere oder alle Segmentdateien einen ersten allgemeinen Vorsatzbereich, in dem Angaben über die Lage und/oder Ausdehnung bzw. Größe des Segmentes

enthalten sind und/oder einen zweiten dateispezifischen Vorsatzbereich, in dem Angaben über das zur Herstellung des Segmentfiles verwendete Programm, das Herstellungsdatum, die Art der Höhenangabe und/oder maximale bzw. minimale in dem Segment auftretende Höhe bzw. Angaben zur Art des zweiten Datums enthalten sind, aufweisen.

31. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens eine Datei, die für jedes der Segmente angibt, ob für das jeweilige Segment eine Segmentdatei mit Höhendaten vorliegt.
32. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens eine Datei, die für jedes der Segmente angibt, ob für das jeweilige Segment keine Segmentdatei vorliegt, da das Segment ausschließlich Meer aufweist.
33. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens eine Datei, die für jedes der Segmente angibt, ob für das jeweilige Segment keine Segmentdatei vorliegt, da keine Höhendaten verfügbar sind.
34. Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens eine Datei, die für jedes der Segmente angibt, ob für das jeweilige Segment eine Segmentdatei mit Höhendaten vorliegt und/oder ob für das jeweilige Segment keine Segmentdatei vorliegt, da das Segment ausschließlich Meer aufweist und/oder ob für das jeweilige Segment keine Segmentdatei vorliegt, da keine Höhendaten verfügbar sind.

35. Verfahren zur Erzeugung einer Repräsentation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

5

a) für jede einzelne einer oder mehrerer Datenquellen, die für zumindest einen Teil des zur repräsentierenden Bereiches Höhendaten und gegebenenfalls eine Genauigkeits- und/oder Zuverlässigkeitsangabe für die in der Datenquelle enthaltenen Höhendaten enthält, mindestens einer der folgenden Schritte in der folgenden oder einer beliebigen Reihenfolge durchgeführt wird:

10

15

a1) Einlesen der Daten der Datenquelle und Umwandlung der Höhendaten in ein vorbestimmtes Datenformat sowie für jedes einzelne Höhendatum Erzeugen eines zweiten Wertes, der die Abweichung des Höhendatums von der tatsächlichen Höhe oder einen Fehlerwert (Varianz) bezüglich des Höhendatums repräsentiert, (import),

20

25

a2) Übertragung der umgewandelten Höhendaten und/oder der zweiten Werte in einen vorbestimmten Standard bezüglich der horizontalen Ebene (Position) und/oder der vertikalen Richtung (Höhe) (convert),

30

a3) Umwandlung der umgewandelten und übertragenen Höhendaten und/oder zweiten Werte auf eine vorbestimmte horizontale Auflösung (adjust),

a4) Überprüfung der Höhendaten, gegebenenfalls abschnittsweise, auf Glaubwürdigkeit (trust) sowie Berechnung und Zuordnung eines

zweiten Datums zu jedem Höhendatum als Maß für die Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit des Höhendatums,

5

a5) gegebenenfalls und sofern die Höhendaten Durchschnittswerte für einen Bereich oder Abschnitt darstellen, Ermittlung einer maximalen Höhe aus den Durchschnittswerten (offset);

10

b) für jedes Höhendatum ein neues Höhendatum aus den Höhendaten sämtlicher Datenquellen und/oder ein neues zweites Datum aus den zweiten Daten sämtlicher Datenquellen erzeugt wird (merge); und gegebenenfalls

15

c) die erzeugten, neuen Höhendaten und/oder neuen zweiten Daten in ein vorbestimmtes Datenformat umgewandelt werden (export).

20

36. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die neuen zweiten Daten aus den zweiten Daten aller Datenquellen mittels Kalmanfilterung erzeugt werden.

25

37. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zu verwendenden Datenquellen, der Bereich der Erdoberfläche, für den die Repräsentation erzeugt werden soll, die durchzuführenden Schritte und/oder die vorbestimmten Parameter bestimmt und in einer Prozeßsteuerdatei (process description file) gespeichert werden.

30

38. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmten Parameter sämtlicher durchzuführender Schritte und die durchzuführenden Schritte in einer gemeinsa-

men Prozeßsteuerdatei (process description file) gespeichert werden.

- 5
39. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßsteuerdatei die vorbestimmte horizontale Auflösung sowie den Typ (Maximum, Durchschnitt) der Höhendaten der zu erzeugenden Repräsentation enthält.
- 10
40. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß nach jedem Schritt die durch diesen Schritt erzeugten Daten (sx_convert/adjust/trust/offset/export) gespeichert werden.
- 15
41. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß der nachfolgende Schritt die durch den vorangegangenen Schritt erzeugten und gespeicherten Daten verarbeitet.
- 20
42. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Schritt die in diesem Schritt verwendeten vorbestimmten Parameter überprüft, die durch den vorangegangenen Schritt erzeugten bzw. die in den Datenquellen vorliegenden Höhendaten und gegebenenfalls zweiten Daten bzw. Genauigkeitsdaten eingelesen und gegebenenfalls überprüft, verarbeitet und die verarbeiteten Höhendaten und zweiten Daten gegebenenfalls überprüft und schließlich gespeichert werden.
- 25
43. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Schritt ein Protokoll der erfolgten Datenverarbeitung (sx_XXXXX.log) gespeichert wird.
- 30

- 5 44. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenquellen keine oder eine für sämtliche, in ihr enthaltenen Höhendaten gleiche Angabe über die Genauigkeit der Höhendaten aufweist.
- 10 45. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß vor und/oder nach einem, mehreren oder jedem Verarbeitungsschritt für den vorangegangenen Schritt die Integrität und/oder die Zuverlässigkeit der Daten und/oder die richtige Durchführung des Schrittes geprüft werden.
- 15 46. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, daß für vorbestimmte Verarbeitungsschritte die Integrität und/oder die Zuverlässigkeit der Daten und/oder die richtige Durchführung des Schrittes geprüft werden.
- 20 47. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß nach Schritt b) und/oder nach dem letzten Schritt die Integrität und/oder die Zuverlässigkeit der Daten und/oder die richtige Durchführung der vorangegangenen Schritte geprüft werden.
- 25 48. Verfahren nach einem der Ansprüche 45 bis 47, dadurch gekennzeichnet, daß die Ergebnisse der Prüfung in einem Protokoll aufgezeichnet werden.
- 30 49. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 48, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt a2 die Daten in horizontaler Richtung auf das WGS-84-System und in vertikaler Richtung auf mittlere Meereshöhe (MSL) übertragen werden.

50. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 49, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt a3 die Daten auf eine horizontale Auflösung bzw. Ausdehnung eines Abschnitts eines ganzzahligen Vielfachen von 1 Bogensekunde umgewandelt werden.
51. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt a3 die Daten auf eine horizontale Auflösung bzw. Ausdehnung eines Abschnitts von 30 Bogensekunden oder 15 Bogensekunden umgewandelt werden.
52. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 51, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt a4 die Genauigkeit des Höhendatums für jeden Abschnitt und jede Datenquelle einzeln geprüft und abhängig vom Ergebnis dieser Prüfung das zweite Datum verändert wird.
53. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 52, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt a5 aus den durchschnittlichen Höhenangaben eine maximale Höhe bestimmt wird.
54. Verfahren nach einem der Ansprüche 35 bis 53, dadurch gekennzeichnet, daß zu der durchschnittlichen Höhenangabe ein heuristischer Wert (offset) hinzugefügt wird.
55. Verfahren zur Flugsicherung eines Luftfahrzeuges, dadurch gekennzeichnet, daß während eines Fluges eines Luftfahrzeuges die aktuelle Höhe, Position und/oder Flugroute des Luftfahrzeuges bestimmt wird, für die Flugposition und/oder die Flugroute die Höhendaten und die zweiten Daten der Repräsentation nach

einem der Ansprüche 1 bis 34 ermittelt und mit der aktuellen Höhe und der Flugroute des Luftfahrzeuges verglichen werden.

- 5 56. Vorrichtung zur Sicherung eines Luftfahrzeuges gegen Bodenberührung,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine Vorrichtung zur Speicherung einer Repräsentation nach einem der Ansprüche 1 bis 34,
10 eine Vorrichtung zur Bestimmung der Höhe, der Position und/oder der Flugroute des Luftfahrzeuges,
eine Vorrichtung zum Auslesen einzelner oder mehrerer Abschnitte der Repräsentation, wobei
15 die Abschnitte der Repräsentation ausgelesen werden, die die Erdoberfläche an der bestimmten Position und/oder in der bestimmten Flugroute des Luftfahrzeuges repräsentieren, und mit der aktuellen Höhe und der Flugroute des Luftfahrzeuges verglichen werden.
- 20

039P 0382

Zusammenfassung

5

10

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Repräsentation zumindest eines Bereiches der Erdoberfläche, wobei der Bereich in einzelne Abschnitte Unterteilt ist und für jeden dieser Abschnitte mindestens zwei Datenwerte angegeben werden, wobei das erste Datum (ELV) eine Höhenangabe der Oberfläche über einem vorbestimmten Niveau enthält, und das zweite Datum (QTY) ein Maß für die Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit des ersten Datums gibt.

15

1/42

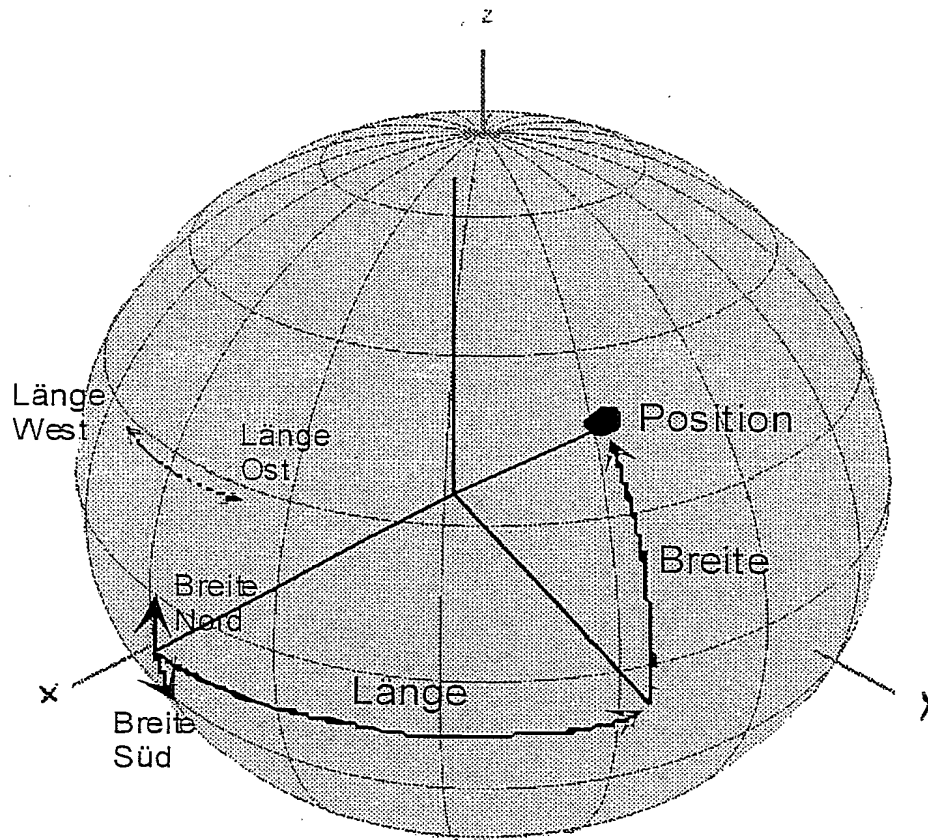


Fig. 1

2/42

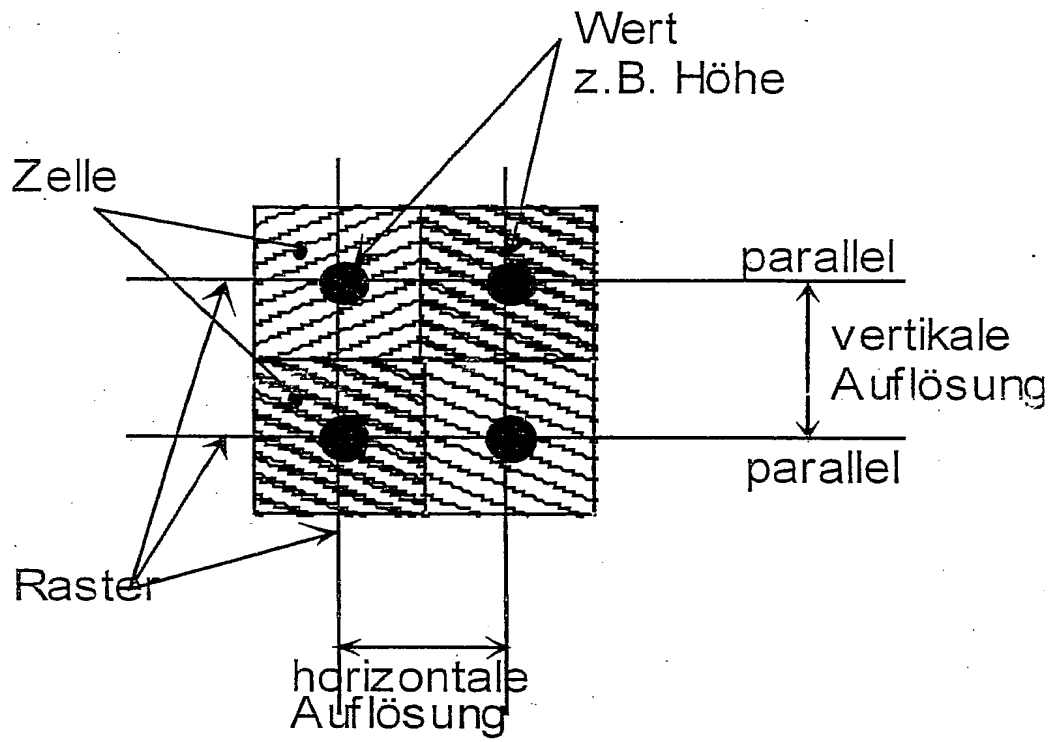


Fig. 2

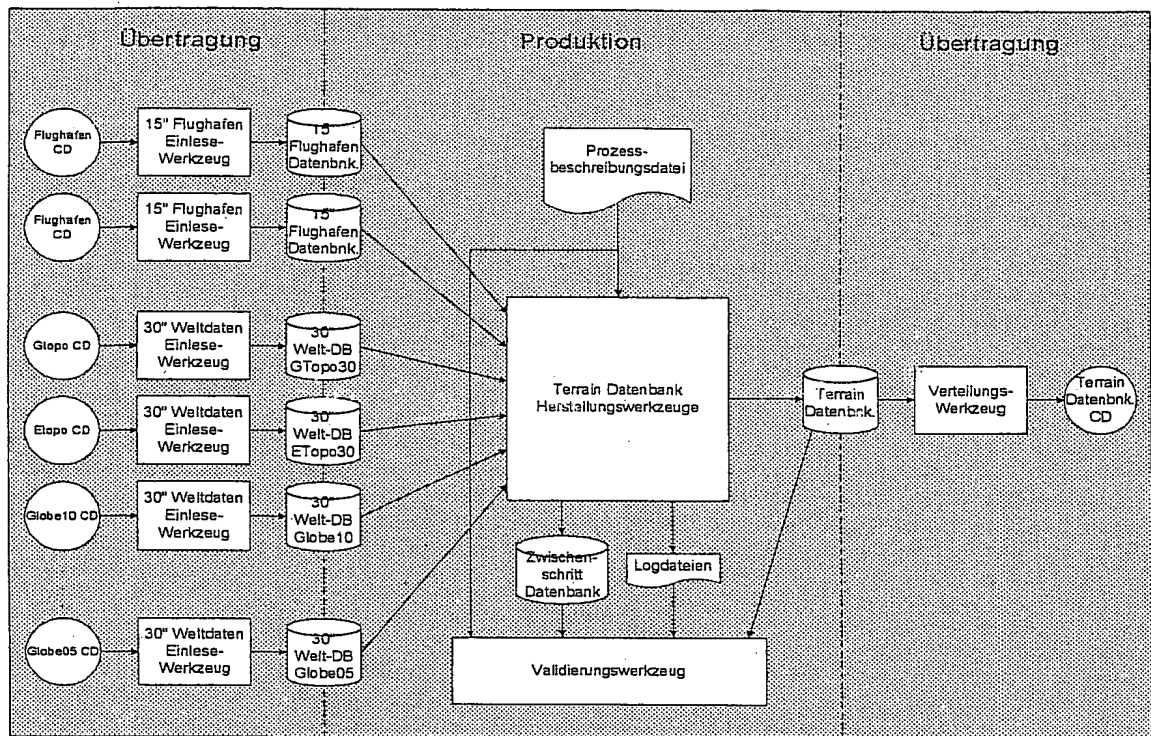


Fig. 3

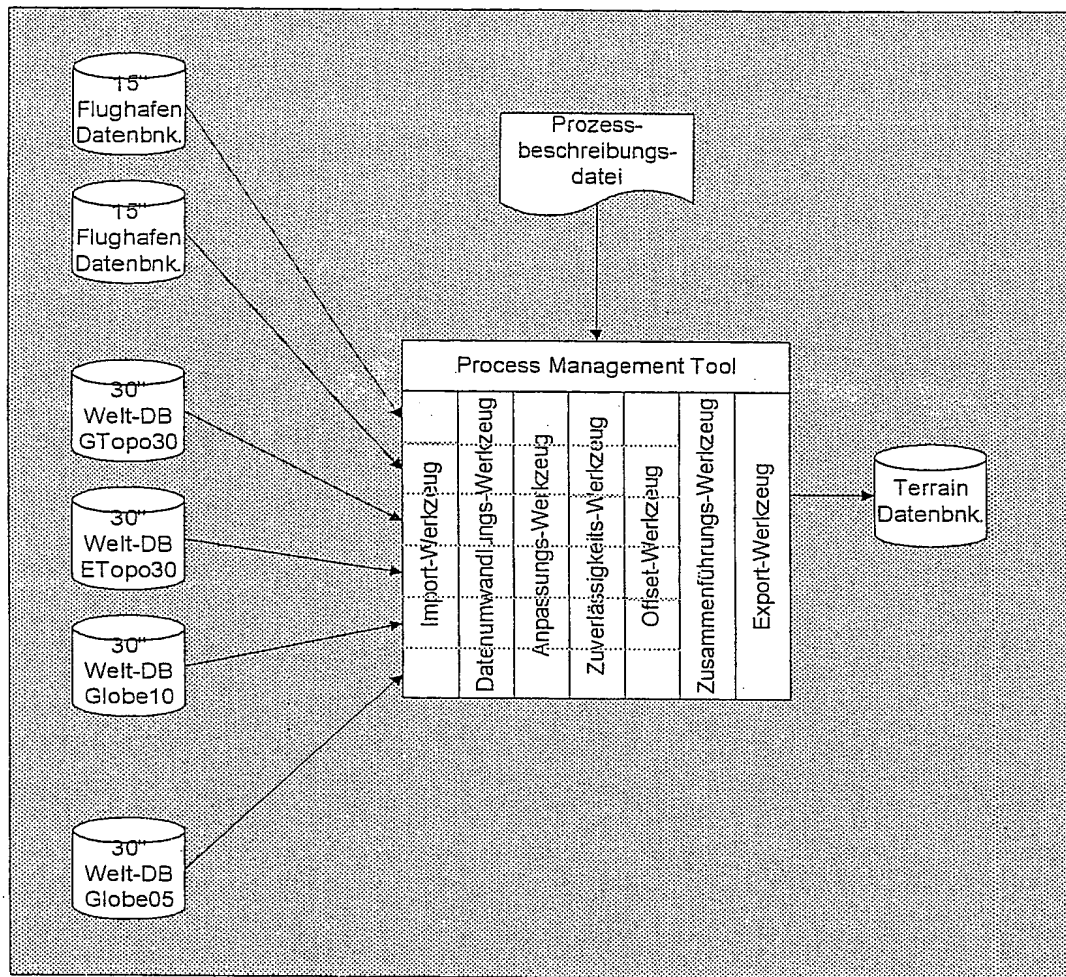


Fig. 4

5/42

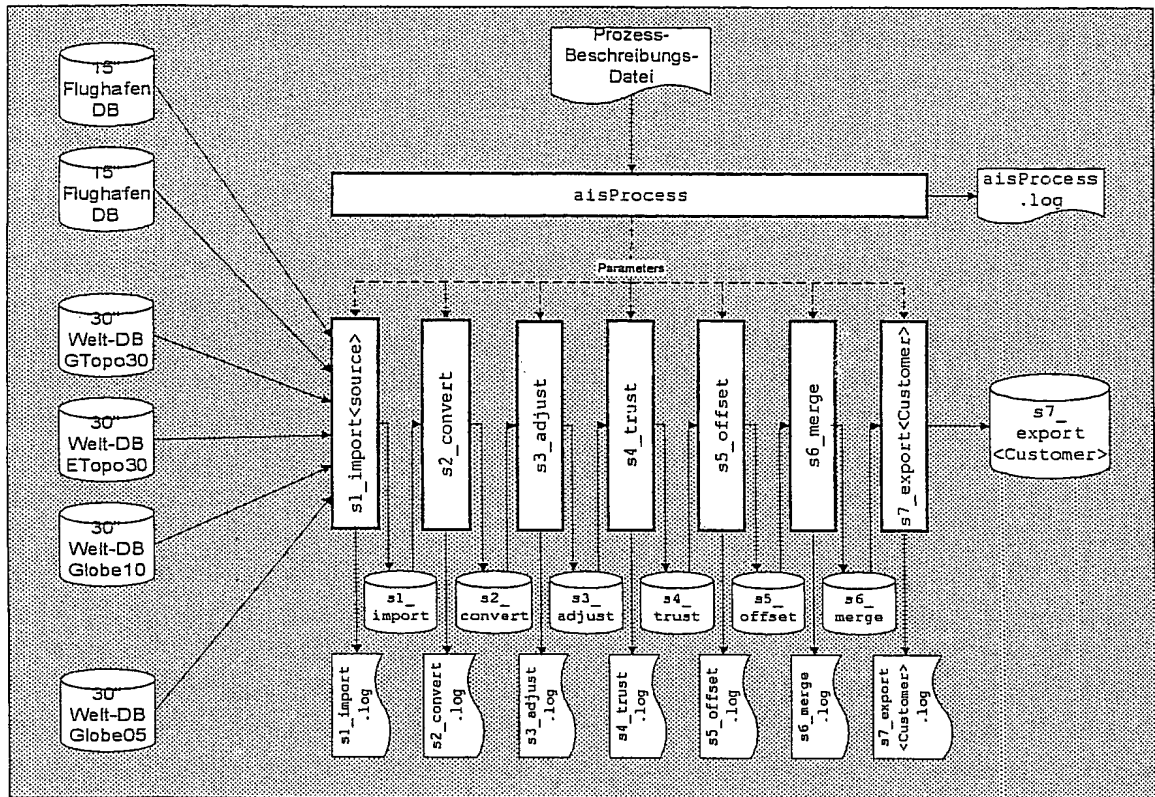


Fig. 5

6/42

Werkzeug	Zweck	Eingabe	Ausgabe
Prozess-Management-Werkzeug (PMW)	Führt die einzelnen Produktionsschritte aus	Prozessbeschreibungsdatei	Logdatei
Import Werkzeug	Importiert Quelldaten in gemeinsames Format	Installierte Quelldaten, Parameter durch PMW	Quelldaten im AIS Format, Logdatei
Umwandlungs-Werkzeug	Konvertiert Daten in gemeinsames horiz. Und vertik. Datum	Ausgabe des Import-Werkzeugs, Parameter durch PMW	Datenbank im gemeinsamen Format, Logdatei
Anpassungs-Werkzeug	Passt Auflösung der Daten an	Ausgabe des Umwandlungs-Werkzeugs, Parameter durch PMW	Datenbank mit gemeinsamer Auflösung, Logdatei
Zuverlässigkeits-Werkzeug	Prüfung der Daten und ggfs. Veränderung der Zuverlässigkeitswerte	Ausgabe des Anpassungs-Werkzeugs, Parameter durch PMW	Datenbank mit geprüften und korrigierten Zuverlässigkeitswerten, Logdatei
Offset Werkzeug	Addiert Versatz auf Durchschnittsdaten zur Simulation von Maximumsdaten	Ausgabe des Zuverlässigkeits-Werkzeugs, Parameter durch PMW	Datenbank mit ggfs. Maximum-Typ, Logdatei
Zusammenführungs-Werkzeug	Führt vorverarbeitete Quellen zusammen	Ausgabe des Offset-Werkzeugs, Parameter durch PMW	Zusammengeführte Datenbank, Logdatei
Export Werkzeug	Transformiert Datenbank in Kundenformat	Ausgabe des Zusammenführungs-Werkzeugs, Parameter durch PMW	Datenbank im Kundenformat, Logdatei

Fig. 6

7/42

```
<DEMprocess name="process_WORLD_30_MAX_403.xml" id="DEM_WORLD_30_MAX_403"
  directory="/home/testuser/DEM_WORLD_30_MAX_403">
  <sourceList>
    <source name="Airports_sup1" directory="/DATA/DEM/Airports_sup1" deviation="8" />
    <source name="Airports_sup2" directory="/DATA/DEM/Airports_sup2" deviation="8" />
    <source name="Gtopo30" directory="/DATA/DEM/Gtopo30" deviation="20" />
    <source name="Etopo30" directory="/DATA/DEM/Etopo30" deviation="395" />
    <source name="Globe10" directory="/DATA/DEM/Globe10" deviation="18" />
    <source name="Globe05" directory="/DATA/DEM/Globe05" deviation="100" />
  </sourceList>

  <coordinateList>
    <coordinate name="NW" x="-180" y="90" />
    <coordinate name="SE" x="180" y="-90" />
  </coordinateList>

  <stepList>
    <step name="s1_import" />
    <step name="s2_convert" />
    <step name="s3_adjust" />
    <step name="s4_trust" />
    <step name="s5_offset" />
    <step name="s6_merge" />
    <step name="s7_exportTestFormat" />
  </stepList>

  <paramList>
    <param name="elevationType" value="MAX" />
    <param name="version" value="403" />
    <param name="resolution" value="120" />
  </paramList>
</DEMprocess>
```

Fig. 7

8/42

```
<AISlog>
  <header>
    <program name="aisProcess" version="4.12.0" />
    <user name="dem" />
    <start date="2002-10-27" time="15:21:34" />
  </header>

  <messages>
    <arguments>
      <argument name="processDescriptionFile" value="process_WORLD_30_MAX_403.xml" />
    </arguments>

    creating directory 'sl_import'. OK.
    executing 'sl_importAirports -elevationType MAX -version 403 -resolution 120 -sourceDeviation 8
      /DATA/DEM/Airports_sup1 -o /home/testuser/DEM_WORLD_30_MAX_403/sl_import/Airports_sup1 -xNW -180 -yNW 90
      -xSE 180 -ySE -90'. OK
    executing 'sl_importAirports -elevationType MAX -version 403 -resolution 120 -sourceDeviation 8
      /DATA/DEM/Airports_sup2 -o /home/testuser/DEM_WORLD_30_MAX_403/sl_import/Airports_sup2 -xNW -180 -yNW 90
      -xSE 180 -ySE -90'. OK
    executing 'sl_importGtopo30 -elevationType MAX -version 403 -resolution 120 -sourceDeviation 20
      /DATA/DEM/Gtopo30 -o /home/testuser/DEM_WORLD_30_MAX_403/sl_import/Gtopo30 -xNW -180 -yNW 90 -xSE 180 -
      ySE -90'. OK

    executing 's7_exportTestFormat -elevationType MAX -version 403 -resolution 120
      /home/testuser/DEM_WORLD_30_MAX_403/s6_merge -o
      /home/testuser/DEM_WORLD_30_MAX_403/s7_exportTestFormat -xNW -180 -yNW 90 -xSE 180 -ySE -90 -
      processDescriptionFile process_WORLD_30_MAX_403.xml'. OK
  </messages>

  <statistics>
    <start date="2002-10-27" time="15:21:34" />
    <end date="2002-10-30" time="05:59:51" />
    <runTime days="3" time="24:00:00" />
  </statistics>
</AISlog>
```

Fig. 8

9/42

```
<AISlog>
  <header>
    <program name="s2_convert" version="4.12.0" />
    <user name="dem" />
    <start date="2002-10-27" time="18:58:49" />
  </header>

  <messages>
    <arguments>
      <argument name="sourceDirectory"
value="/RAID/home/dem/Thales/P4/DEM_WORLD_30_MAX_403/s1_import/Airports_IABG" />
      <argument name="outputDirectory"
value="/RAID/home/dem/Thales/P4/DEM_WORLD_30_MAX_403/s2_convert/Airports_IABG" />
      <argument name="version" value="403" />
      <argument name="elevationType" value="MAXIMUM" />
      <argument name="resolution" value="120" />
      <argument name="NW" value="{-180,90}" />
      <argument name="SE" value="{180,-90}" />
    </arguments>

    output directory '/RAID/home/dem/Thales/P4/DEM_WORLD_30_MAX_403/s2_convert/Airports_IABG' and
subdirectories created. OK
    information files /RAID/home/dem/Thales/P4/DEM_WORLD_30_MAX_403/s1_import/Airports_
IABG/Airports_IABG.* read. OK
    y=90 x=-180. No source segment (-180,90). Nothing done. OK
    y=90 x=-179. Source segments read. Preconditions checked. Segment converted.
                                Output segments written. OK
    y=90 x=-178. Source segments read. Preconditions checked. Segment converted.
                                Output segments written. OK

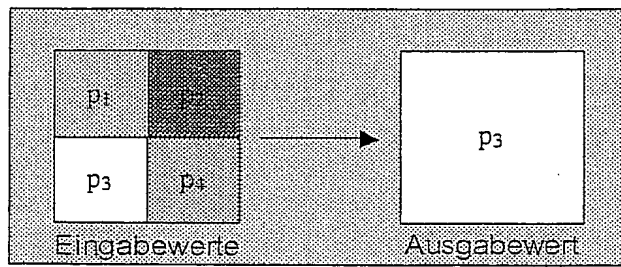
    y=-89 x=177. Source segments read. Preconditions checked. Segment converted.
    Output segments written. OK
    y=-89 x=178. No source segment (178,-89). Nothing done. OK
    y=-89 x=179. No source segment (179,-89). Nothing done. OK
    information files /RAID/home/dem/Thales/P4/DEM_WORLD_30_MAX_403/s2_
convert/Globe05/Globe05.* written. OK

  </messages>

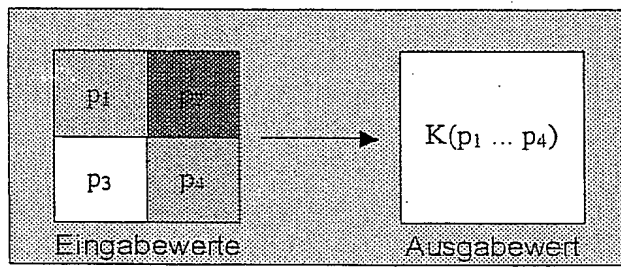
  <statistics>
    <start date="2002-10-27" time="23:09:07" />
    <end date="2002-10-27" time="23:48:18" />
    <runTime days="0" time="00:39:11" />
  </statistics>
</AISlog>
```

Fig. 9

10/42



A



B

Fig. 10

17/42

S3 adjust:

Verarbeite die Daten():

Wenn das Eingabesegment bereits die geforderte Auflösung hat

 Kopiere die Eingabedaten als Ausgabedaten

sonst

 Passe die Auflösung an()

 Prüfe ob alle Höhenwerte kleiner oder gleich MAX_ELEVATION

 sind. Wenn nicht, setze Höhenwert und zweiten Wert auf NO_DATA

Passe die Auflösung an():

Wenn die Auflösung ein ganzzahliges Vielfaches der geforderten Auflösung ist, dann

 Für jedes Wertepaar $p=(elv, dev)$ im Ausgabesegment

 Sei S die Menge der p entsprechenden Wertepaare
 im Eingabesegment

 Wenn der geforderte Höhentyp MAXIMUM ist, dann

 Finde die maximale Höhe elv_{max} in S

 Setze die Ausgabezelle zu $p=(elv_{max}, dev_{max})$

 Wenn der geforderte Höhentyp MAXIMUM ist, dann

 Seien $p_1...p_N$ die Wertepaare in S

 Setze die Ausgabezelle zu $p=K(p_1...p_N)$

sonst

 Gib eine Fehlermeldung aus und stoppe

Fig. 11

12/42

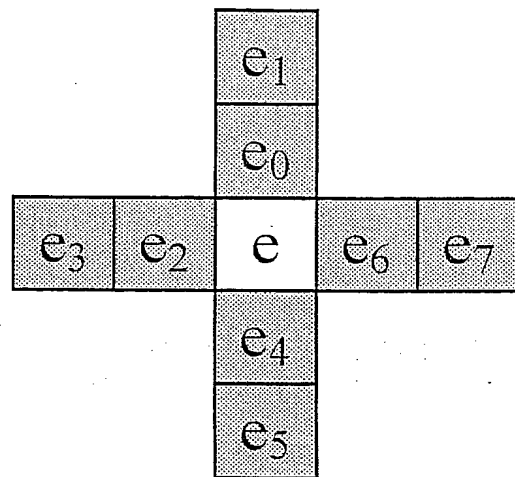


Fig. 12

S4 trust:

Verarbeite die Daten():

Für jedes Wertepaar $p=(e,d)$

Seien $e_0...e_7$, die Nachbarn zu p gemäß Schema

Sei \bar{e} die durchschnittliche Höhe von $\{e_0, e_2, e_4, e_6\}$

Falls $\bar{e}=\text{NO_DATA}$, setze $\bar{e}=0$

Sei σ die Standardabweichung von $\{e_0...e_7\}$

Falls $|e-\bar{e}|>3\sigma$, erhöhe die Standardabweichung um $|e-\bar{e}|-3\sigma$.

Sonst, tue nichts

Fig. 13

e_1	e_2	e_3
e_4	e	e_5
e_6	e_7	e_8

Fig.14

S5 offset:Verarbeite die Daten():

Falls der Höhentyp bereits der geforderte Höhentyp ist

 Kopiere die Eingabedaten als Ausgabedaten

Sonst, wenn der Höhentyp AVERAGE ist und der gewünschte Höhentyp MAXIMUM ist, dann

 Für jedes Wertepaar p

 Offset-Schritt(p)

Sonst, gib eine Fehlermeldung aus und stoppe

Offset-Schritt(p):

Falls p NO_DATA enthält

 Tue nichts

Falls p Meerwasser enthält

 Tue nichts

Sonst,

 Sei das Wertepaar $p = (e, d)$

 Seien e_1, \dots, e_8 die benachbarten Höhenwerte zu p

 Sei e_{\max} die maximale Höhe von $\{e, e_1, \dots, e_8\}$

 Falls $e_{\max} = e$

 Sei \bar{e} der Durchschnittswert von $\{e, e_1, \dots, e_8\}$

$$e_{\max} = e_{\max} + (e - \bar{e})$$

 Setze die Ausgabehöhe auf e_{\max}

Fig. 15

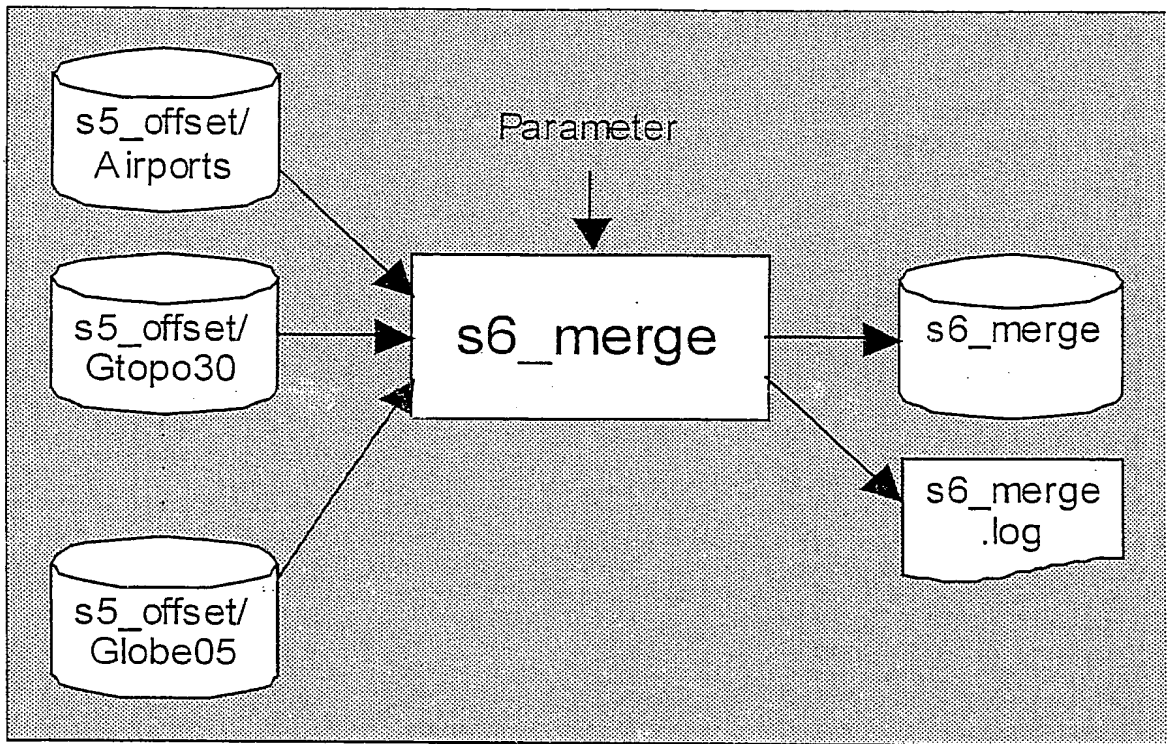


Fig. 16A

17/42

	ND	T	W
ND	ND	T	W
T	T	$T=k(T, T)$	T
W	W	T	$W=k(W, W)$

Fig. 16B

18/42

	ND	T	SW	BW
ND	ND	T	SW	BW
T	T	$T = k(T, T)$	T	$BW \rightarrow T$ $T = k(T, T)$ $T \rightarrow BW$
SW	SW	T	$SW = k(SW, SW)$	BW
BW	BW	$BW \rightarrow T$ $T = k(T, T)$ $T \rightarrow BW$	BW	$BW = k(BW, BW)$

Fig. 16C

19/42

s6 merge:

Verarbeite die Daten():

Für jedes Wertepaar

Sei N die Anzahl der Quelldaten

Sei p_i das Wertepaar der Quelle i , für $i=1\dots N$

Gib aus das Wertepaar $p = K(p_1 \dots p_N)$

Fig. 17

s7 export<Zielformat>:

Lege Ausgabeverzeichnis outdir an mit allen
Unterverzeichnissen

Lege temporäre Verzeichnisse an: temp_elv, temp_qty

Für jeden 5°x 5° Bereich

 Lies alle Höhendateien dieses Gebietes

 Schreibe alle Höhendateien nach temp_elv im Zielformat

 Lies alle Qualitätsdateien dieses Gebietes

 Schreibe alle Dateien nach temp_qty im Zielformat

 Packe (tar) und komprimiere (gzip) temp_elv

 Schreibe das Resultat nach outdir/<area>/

 Packe (tar) und komprimiere (gzip) temp_qty

 Schreibe das Resultat nach outdir/<area>/

 Schreibe die .sea Datei nach outdir/<area>/

 Schreibe die MP5 Checksumme nach outdir/<area>/

 Schreibe die .sea, .ter, .nod Dateien nach outdir

 Kopiere die Prozessbeschreibungsfdatei nach outdir

 Kopiere die Logdateien nach outdir

 Lösche die temporären Dateien

 Schreibe den Konfigurationsindex nach outdir/DOC

 Schreibe das Produktionslisting nach outdir/DOC

 Kopiere den Werkzeug-konfigurationsindex nach outdir/DOC

 Schreibe die README Datei

 Schreibe die VERSION Datei

Fig. 18

27/42

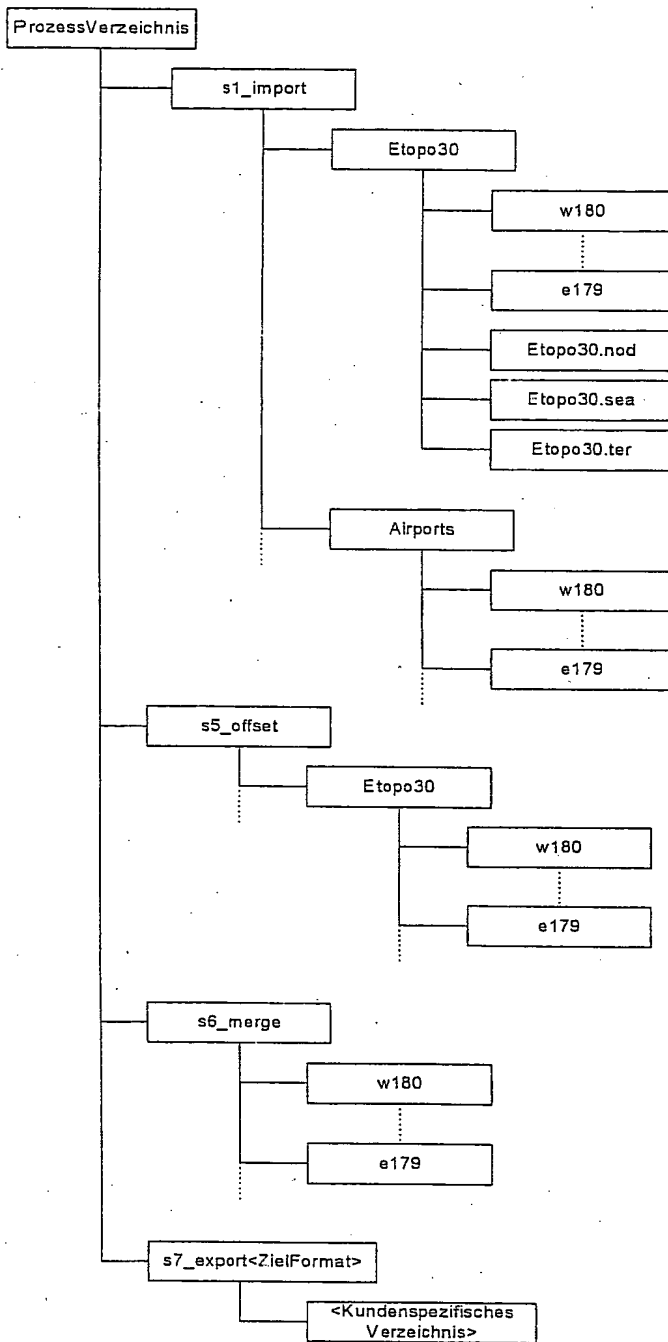


Fig. 19

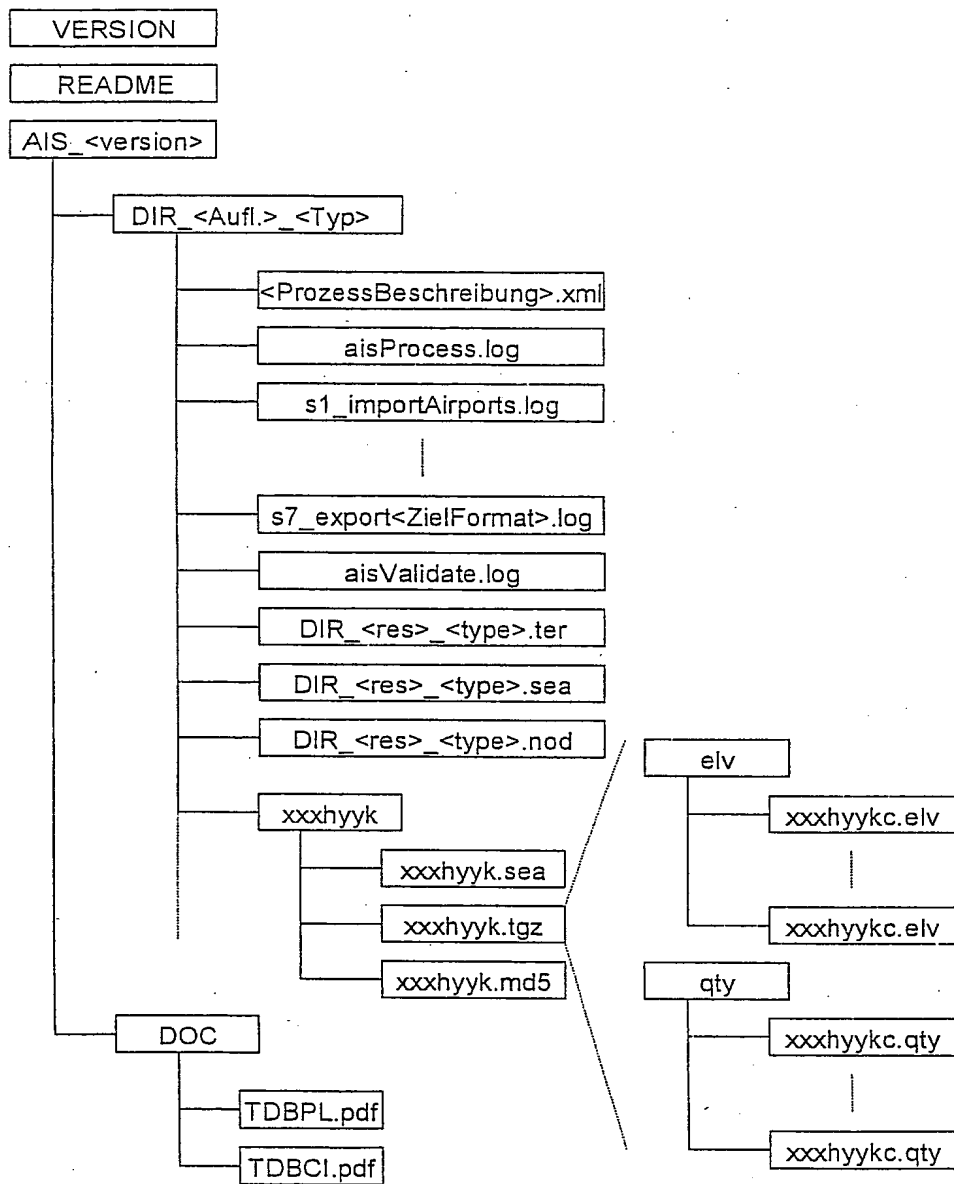


Fig. 20

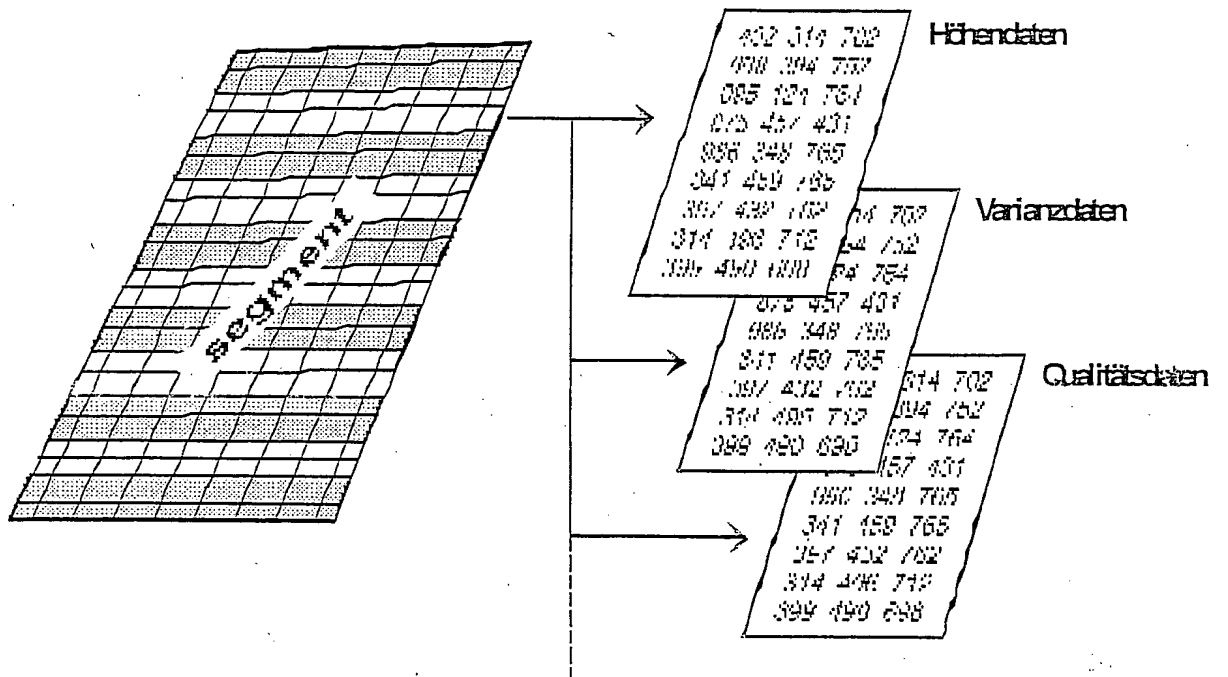


Fig. 21

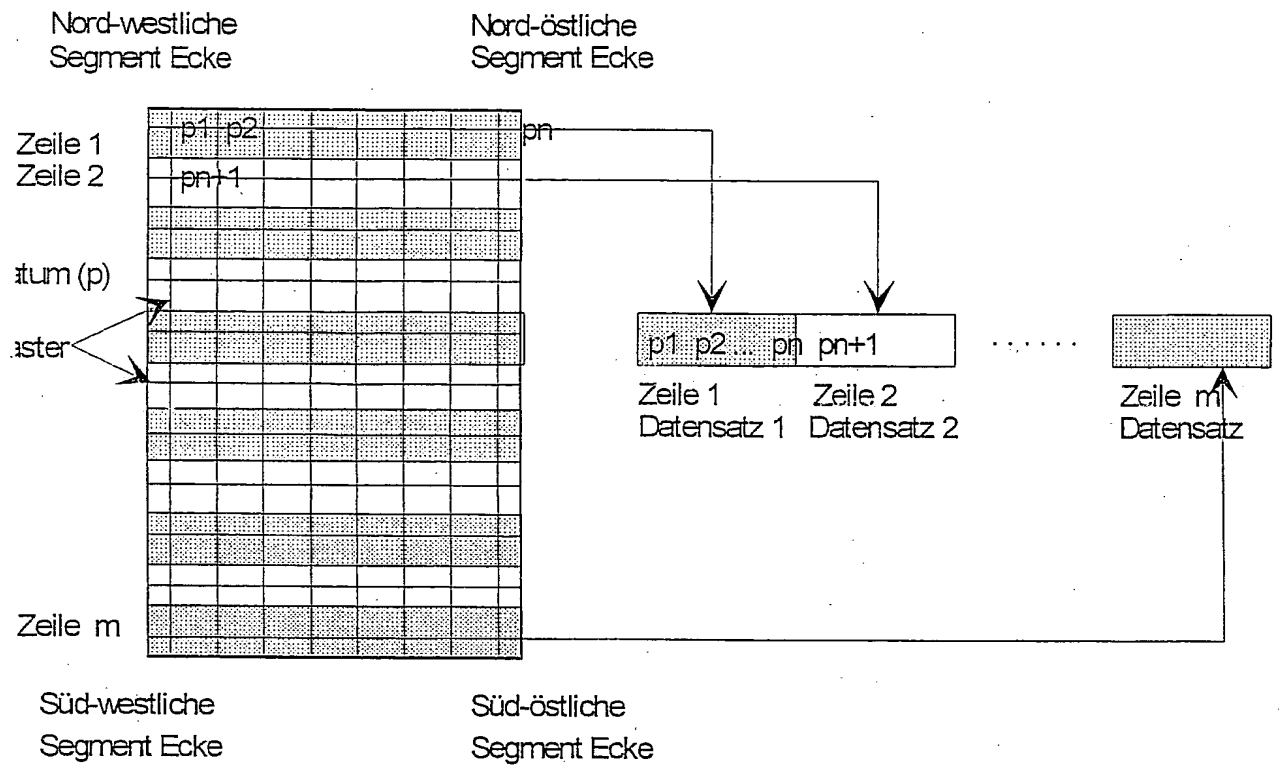


Fig. 22

```
// world_30_max.ter
// Terrain segment overview file
// 10.10.2002
// (C) AIS Advanced InfoData Systems GmbH
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
```

Fig. 23

Byte Position	Beschreibung	Anzahl Bytes
0	Datentyp Kennzeichen	2
2	Byte Reihenfolge	2
4	Prüfwert der Byte-Reihenfolge	2
6	Versionscode	4
10	Erstellungsdatum	4
14	Segmentname	14
28	Horizontaler Referenzwert	2
30	Vertikaler Referenzwert	2
32	Längengrad der NW Ecke	4
36	Breitengrad der NW Ecke	4
40	Längengrad der NE Ecke	4
44	Breitengrad der NE Ecke	4
48	Längengrad der SW Ecke	4
52	Breitengrad der SW Ecke	4
56	Längengrad der SE Ecke	4
60	Breitengrad der SE Ecke	4
64	Horizontale Segmentgröße	4
68	Vertikale Segmentgröße	4
72	Horizontale Auflösung	4
76	Vertikale Auflösung	4
80	Längengrad des ersten Wertes	4
84	Breitengrad des ersten Wertes	4
88	Spaltenanzahl	4
92	Zeilenanzahl	4
96	Inhaltsbezeichner 1	2
98	Inhaltsbezeichner 2	2
100	Inhaltsbezeichner 3	2
102	Inhaltsbezeichner 4	2
104	Inhaltsbezeichner 5	2
106	Inhaltsbezeichner 6	2
108	Inhaltsbezeichner 7	2
110	Inhaltsbezeichner 8	2
112	Inhaltsbezeichner 9	2
114	Inhaltsbezeichner 10	2

Fig. 24

27/42

Position	Beschreibung	Anzahl Bytes
0	Versionscode	4
4	Erstellungsdatum	4
8	Höhenskalierung	2
10	Höhendatentyp	2
12	Bytezahl pro Datenwert	2
14	Minimaler Datenwert pro Segment	2
16	Maximaler Datenwert pro Segment	2
18	Kennzeichen für fehlende Datenwerte	2

A

Position	Beschreibung	Anzahl Bytes
0	Index	4
4	Minimaler Wert der Aufzeichnung	2
6	Maximaler Wert der Aufzeichnung	2
8	Längengrad des ersten Wertes	4
12	Breitengrad des ersten Wertes	4
16	Erster Wert der Aufzeichnung	2
18	Zweiter Wert der Aufzeichnung	2
...	2
...	Letzter Wert der Aufzeichnung	2

B

Fig. 25

28/42

Position	Beschreibung	Anzahl Bytes
0	Versionscode	4
4	Erstellungsdatum	4
8	Genauigkeitsskalierung	2
10	Anzahl der Qualitätsbeschreibungsdefinitionen	2
12	Anzahl Bytes pro Qualitätskennzeichen	2
14	Minimales Qualitätskennzeichen des Segments	2
16	Maximales Qualitätskennzeichen des Segments	2
18	Kennzeichen für fehlende Datenwerte	2

A

Position	Beschreibung	Anzahl Bytes
0	Kennzeichen der Qualitätsbeschreibungsdefinition	2
2	Absolute horizontale Genauigkeit - sigma 1	4
6	Relative horizontale Genauigkeit - sigma 1	4
10	Absolute vertikale Genauigkeit - sigma 1	4
14	Relative vertikale Genauigkeit - sigma 1	4
18	Absolute horizontale Genauigkeit - sigma 2	4
22	Relative horizontale Genauigkeit - sigma 2	4
26	Absolute vertikale Genauigkeit - sigma 2	4
30	Relative vertikale Genauigkeit - sigma 2	4
34	Absolute horizontale Genauigkeit - sigma 3	4
38	Relative horizontale Genauigkeit - sigma 3	4
42	Absolute vertikale Genauigkeit - sigma 3	4
46	Relative vertikale Genauigkeit - sigma 3	4

B

Position	Beschreibung	Anzahl Bytes
0	Index	4
4	Minimaler Qualitätswert der Aufzeichnung	2
6	Maximaler Qualitätswert der Aufzeichnung	2
8	Längengrad des ersten Wertes	4
12	Breitengrad des ersten Wertes	4
16	Erster Qualitätswert der Aufzeichnung	2
18	Zweiter Qualitätswert der Aufzeichnung	2
...	2
...	Letzter Qualitätswert der Aufzeichnung	2

C

Fig. 26

29/42

Fig. 27 A: Dateityp Identifikator

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	<p>Der Identifikator zeigt an, um welchen Dateityp es sich handelt. Folgende Typen werden unterstützt:</p> <p>1 = Höhenwerte 2 = Varianzwerte 3 = Qualitätsdaten 4 = Zuverlässigkeitsdaten</p>

Fig. 27 B: Byte Reihenfolge

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	<p>Der Wert gibt die benutzte Byte-Reihenfolge an:</p> <p>0 = unbekannt (wird in AIS Datenbanken nicht verwendet) 1 = Niedrigstwertiges Byte zuerst (little endian) (z.B. PC's, DEC Alpha) 2 = Höchstwertiges Byte zuerst (big endian) (z.B. Sun SPARC, SGI)</p>

Fig. 27 C: Prüfwert der Byte-Reihenfolge

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	<p>Der Prüfwert ist ein Wert, der es erlaubt, die Byte-Reihenfolge festzustellen. Der Wert ist stets auf die integer-Zahl 24575 gesetzt.</p>

Fig. 27 D: Versionscode

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Der Versionscode enthält einen Wert, der die Version der Datenbank repräsentiert
Beispiel	300 (für die Datenbank mit der ID „DEM_WORLD_30_MAX_300“)

Fig. 27 E: Erstellungsdatum

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Das Erstellungsdatum enthält das Datum an dem die Datei erstellt oder verändert wurde. Das Format ist TTMMJJ.
Beispiel	250696 steht für 25. Juni 1996

Fig. 27 F: Segmentname

Typ	string
Anzahl Bytes	14
Beschreibung	Der String, der den Segmentnamen enthält, ist immer 14 Zeichen lang und linksbündig formatiert, wobei nicht vorhandene Zeichen durch Leerzeichen ersetzt sind. Der String enthält keine abschließende „0“.
Beispiel	"011E48NS " "00660E2880NS "

Fig. 27 G: Lagereferenz

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	Die Lagereferenz bezeichnet das benutzte Ellipsoid. Unterstützte Ellipsoide sind: LR = 1: WGS-84 Ellipsoid

Fig. 27 H: Höhenreferenz

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	Die Höhenreferenz bezeichnet den Null-level für die angegebenen Höhenwerte. Unterstützte Formate sind: ER = 1: WGS-84 ER = 2: Mittlere Meereshöhe

Fig. 27 I: Längengrad einer Ecke

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Diese Werte geben die Lage des Segments an. Er steht für den Längengrad der einer Ecke in Bogensekunden. Positive Werte entsprechen Ost, negative Werte entsprechen West.
Beispiel	39600 (entspricht 11° Ost) -39600 (entspricht 11° West)

32/42

Fig. 27 K: Breitengrad einer Ecke

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Diese Werte geben die Lage des Segments an. Er steht für den Breitengrad einer Ecke in Bogensekunden. Positive Werte entsprechen Nord, negative Werte entsprechen Süd.
Beispiel	172800 (entspricht to 48° Nord) -172800 (entspricht to 48° Süd)

Fig. 27 L: Segmentgröße in Längengraden

Typ	Integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert gibt die Größe des Segments in Bogensekunden in West-Ost-Richtung an. Er muss der Differenz aus den Längengraden der NW- und NO-Ecke, bzw. der SW- und SO-Ecke entsprechen.
Beispiel	10800 (entspricht einem 3° x 3° großen Segment)

Fig. 27 M: Segmentgröße in Breitengraden

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert gibt die Größe des Segments in Bogensekunden in Nord-Süd-Richtung an. Er muss der Differenz aus den Breitengraden der NW- und SW-Ecke, bzw. der NO- und SO-Ecke entsprechen.
Beispiel	10800 (entspricht einem 3° x 3° großen Segment)

33/42

Fig. 27 N: Auflösung in Längengraden

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert beschreibt die Auflösung, d.h. den Abstand zweier Werte, in West-Ost-Richtung in 1/100-Bogensekunden.
Beispiel	1500 (15 Bogensekunden Auflösung)

Fig. 27 O: Auflösung in Breitengraden

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert beschreibt die Auflösung, d.h. den Abstand zweier Werte, in Nord-Süd-Richtung in 1/100-Bogensekunden.
Beispiel	1500 (15 Bogensekunden Auflösung)

Fig. 27 P: Längengrad des ersten Wertes

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert beschreibt den Längengrad des Zentrums der ersten Zelle in 1/100-Bogensekunden.
Beispiel	3960750 (westliche Segmentgrenze bei 11° Ost, Auflösung 15.0 Bogensekunden) -3959250 (westliche Segmentgrenze bei 11° West, Auflösung 15.0 Bogensekunden)

34/42

Fig. 27 Q: Breitengrad des ersten Wertes

Typ	Integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert beschreibt den Breitengrad des Zentrums der ersten Zelle in 1/100-Bogensekunden.
Beispiel	17279250 (nördliche Segmentgrenze bei 48° Nord, Auflösung 15.0 Bogensekunden) -17280750 (nördliche Segmentgrenze bei 48° Süd, Auflösung 15.0 Bogensekunden)

Fig. 27 R: Spaltenanzahl

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert beschreibt die Anzahl der Spalten des Segmentes.
Beispiel	120 (1° Segment, Auflösung 30")

Fig. 27 S: Zeilenanzahl

Typ	Integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert beschreibt die Anzahl der Zeilen des Segmentes.
Beispiel	120 (1° Segment, Auflösung 30")

Fig. 27 T: Inhaltsbezeichner

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	<p>Dieser Wert zeigt an, welche Informationen für das Segment vorliegen. Ein Wert 0 bedeutet, dass keine zusätzliche Information vorliegt, ein Wert 1 bedeutet, dass die entsprechende Information vorliegt. Die folgenden Zusatzinformationen werden unterstützt:</p> <p>Inhaltsbezeichner 1: (immer 1) Inhaltsbezeichner 2: Varianzdaten Inhaltsbezeichner 3: Qualitätsdaten Inhaltsbezeichner 4: Vertrauensgrade Inhaltsbezeichner 5: reserviert für später Inhaltsbezeichner 6: reserviert für später Inhaltsbezeichner 7: reserviert für später Inhaltsbezeichner 8: reserviert für später Inhaltsbezeichner 9: reserviert für später Inhaltsbezeichner 10: reserviert für später</p>
Beispiel	IB1 = 1; IB2 = 0; IB3 = 1; IB4 = 0 bezeichnet ein Segment, für das Höhendaten und Qualitätsdaten vorliegen.

Fig. 27 U: Werteskala

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	<p>Dieser Wert zeigt die Skalierung der Daten an.</p> <p>1 = Meter 2 = Zentimeter</p>
Beispiel	

Fig. 27 V: Höhentyp

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	<p>Der Höhentyp definiert den Typ des gegebenen Höhenwertes:</p> <p>HT = 0: Unbekannter Höhentyp</p> <p>HT = 1: Eine Höhenwert entspricht der minimalen Höhe innerhalb des repräsentierten Bereichs</p> <p>HT = 2: Eine Höhenwert entspricht der maximalen Höhe innerhalb des repräsentierten Bereichs</p> <p>HT = 3: Eine Höhenwert entspricht der durchschnittlichen Höhe des repräsentierten Bereichs</p> <p>HT = 4: Eine Höhenwert entspricht der gewichteten durchschnittlichen Höhe des repräsentierten Bereichs</p>

Fig. 27 W: Bytes pro Wert

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	Dieser Eintrag gibt an, mit wie vielen Bytes jeder Wert des Datensatzes kodiert ist.
Beispiel	2 (Für jeden Wert werden 2 Bytes benutzt)

Fig. 27 X: Minimaler Wert im Segment

Typ	Integer
Anzahl Bytes	Siehe „Bytes pro Wert“
Beschreibung	Der Wert gibt den minimalen Wert des Segments an.

Fig. 27 Y: Maximaler Wert im Segment

Typ	Integer
Anzahl Bytes	Siehe „Bytes pro Wert“
Beschreibung	Der Wert gibt den minimalen Wert des Segments an.

Fig. 27 Z: „No Data“ Kennzeichen

Typ	integer
Anzahl Bytes	Siehe „Bytes pro Wert“
Beschreibung	Der Eintrag gibt an, welcher Wert benutzt wird um das Nichtvorhandensein eines Wertes zu kennzeichnen.
Beispiel	-9999 ist ein typisches NO_DATA Kennzeichen für 2-byte Höhenwerte.

Fig. 27 AA: Eintragszähler

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Der Zähler dient als Index über die Zeilen des Datensatzes. Der Zähler beginnt bei 0 für die erste Zeile und endet mit der Gesamtzeilenanzahl minus 1.

Fig. 27 AB: Minimaler Wert im Datensatz

Typ	integer
Anzahl Bytes	Siehe „Bytes pro Wert“
Beschreibung	Der Wert gibt den minimalen Wert des Datensatzes an. NO_DATA Einträge werden nicht berücksichtigt, außer alle Werte sind NO_DATA, dann wird der Wert ebenfalls auf NO_DATA gesetzt.

Fig. 27 AC: Maximaler Wert im Datensatz

Typ	integer
Anzahl Bytes	Siehe „Bytes pro Wert“
Beschreibung	Der Wert gibt den maximalen Wert des Datensatzes an. NO_DATA Einträge werden nicht berücksichtigt, außer alle Werte sind NO_DATA, dann wird der Wert ebenfalls auf NO_DATA gesetzt.

Fig. 27 AD: Längengrad des ersten Datensatz-Eintrags

Typ	Integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert beschreibt den Längengrad des Zentrums der ersten Zelle im aktuellen Datensatz in 1/100-Bogensekunden
Beispiel	3960750 (westliche Segmentgrenze bei 11° Ost, Auflösung 15.0 Bogensekunden) -3959250 (westliche Segmentgrenze bei 11° West, Auflösung 15.0 Bogensekunden)

39/42

Fig. 27 AE: Breitengrad des ersten Datensatz-Eintrags

Typ	Integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	Dieser Wert beschreibt den Breitengrad des Zentrums der ersten Zelle im aktuellen Datensatz in 1/100-Bogensekunden
Beispiel	17279250 (nördliche Segmentgrenze bei 48° Nord, Auflösung 15.0 Bogensekunden) -17280750 (nördliche Segmentgrenze bei 48° Süd, Auflösung 15.0 Bogensekunden)

Fig. 27 AF: Höhenwert

Typ	integer
Anzahl Bytes	Siehe „Bytes pro Wert“
Beschreibung	Der Höhenwert enthält die Höhe des entsprechenden Bereichs oder das NO_DATA Kennzeichen, wenn kein Wert vorliegt.

Fig. 27 AG: Anzahl an Qualitätsbeschreibungen

Typ	integer
Anzahl Bytes	2
Beschreibung	Der Wert gibt an, wie viele Qualitätsbeschreibungen vorliegen.

Fig. 27 AH: Qualitätsbeschreibungs-Identifikator

Typ	integer
Anzahl Bytes	Siehe „Bytes pro Wert“
Beschreibung	<p>Der Identifikator legt den Index für eine Qualitätsbeschreibung fest. Der Index wird in den Qualitätseinträgen benutzt um auf eine Qualitätsbeschreibung zu zeigen, die letztendlich die tatsächliche Qualität für den Datensatz enthält.</p> <p>Der Identifikator ist eine Zahl zwischen 0 und der Anzahl an Qualitätsbeschreibungen-1.</p>

Fig. 27 AI: Absolute horizontale Genauigkeit

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	<p>Die absolute horizontale Genauigkeit gibt den Lagefehler der einzelnen Zellen an, oder das NO_DATA Kennzeichen, falls der Lagefehler unbekannt ist.</p> <p>Folgende Vertrauensgrade werden unterstützt:</p> <p style="margin-left: 40px;">sigma 1: = 68.26% Vertrauensgrade sigma 2: = 95.44% Vertrauensgrade sigma 3: = 99.73% Vertrauensgrade</p>

Fig. 27 AK: Relative horizontale Genauigkeit

Typ	Integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	<p>Die absolute horizontale Genauigkeit gibt den Lagefehler zwischen zwei benachbarten Zellen an, oder das NO_DATA Kennzeichen, falls der Lagefehler unbekannt ist.</p> <p>Folgende Vertrauensgrade werden unterstützt:</p> <p>sigma 1: = 68.26% Vertrauensgrade sigma 2: = 95.44% Vertrauensgrade sigma 3: = 99.73% Vertrauensgrade</p>

Fig. 27 AL: Absolute vertikale Genauigkeit

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	<p>Die absolute vertikale Genauigkeit gibt den absoluten Messfehler der Höhenwerte an, oder das NO_DATA Kennzeichen, falls der Messfehler unbekannt ist.</p> <p>Folgende Vertrauensgrade werden unterstützt:</p> <p>sigma 1: = 68.26% Vertrauensgrade sigma 2: = 95.44% Vertrauensgrade sigma 3: = 99.73% Vertrauensgrade</p>

42/42

Fig. 27 AM: Relative vertikale Genauigkeit

Typ	integer
Anzahl Bytes	4
Beschreibung	<p>Die relative vertikale Genauigkeit gibt den Fehler zwischen zwei benachbarten Höhenwerten an, oder das NO_DATA Kennzeichen, falls der Messfehler unbekannt ist.</p> <p>Folgende Vertrauensgrade werden unterstützt:</p> <p>sigma 1: = 68.26% Vertrauensgrade sigma 2: = 95.44% Vertrauensgrade sigma 3: = 99.73% Vertrauensgrade</p>

Fig: 27